

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

**“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO
DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA QUEVEDO
EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS”**

AUTOR:

PALLASCO CATOTA JEFFERSON LUIS

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

DIRECTOR: ING. GUSTAVO YÁNEZ

QUITO, 2018

DEDICATORIA

Este trabajo les dedico especialmente a mis padres Luis Pallasco y María Catota, que, gracias a su apoyo incondicional día a día para darme ánimos a seguir adelante, a mi madre que con su amor y consejos actualmente puedo culminar una etapa de mi vida ya que sin ellos no los hubiera logrado.

A mi hermana María Pallasco que gracias a su cariño incondicional en los momentos más difíciles me supo dar carácter en mi formación como persona para seguir en pie cada día.

AGRADECIMIENTO

Durante el transcurso de mi vida he conocido gente muy valiosa algunas de ellas hoy en día siguen aquí conmigo y otras en mis recuerdos, la cual les doy un eterno agradecimiento, ya que cada una de ellas aportaron un granito de arena en mi vida.

Agradezco a Dios por darme vida y salud y permitirme llegar a una de mis metas planteadas, a mis padres por su apoyo incondicional en todo momento, A mí madre por su cariño, paciencia y dedicación hoy puedo alcanzar la meta gracias a su esfuerzo de que yo siga adelante.

Gracias a mi hermana María Pallasco y mi primo Francisco Machay que fueron los que formaron gran parte de mi vida, y sobre todo el respeto hacia los demás, la honestidad, el hacer bien las cosas y sobre todo la importancia del valor de la palabra dada y cumplir con sus promesas para que las personas confíen en mí.

Un agradecimiento especial por todo el tiempo brindado, por sus consejos y experiencias a los profesores que me brindaron su ayuda para la investigación de este trabajo al Ingeniero, Director Ing. Gustavo Yáñez y a los revisores de este trabajo, el Ing. Juan Pablo Solórzano y el Ing. Wilson Cando.

Agradezco a mis profesores de la facultad quienes inculcaron mi formación profesional con sus conocimientos y experiencia. Finalmente agradezco a todos mis amigos quienes siempre han estado en las buenas y en las malas, y por todo el tiempo compartido. A mis compañeros por todas las sonrisas y alegrías, así como las amanecidas de estudio que formaron parte de mi vida universitaria.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1	1
GENERALIDADES Y OBJETIVOS.....	1
1.1. RESUMEN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TEMA	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5. ALCANCE	5
Capítulo 2	6
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	6
2.1. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.1. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	6
2.1.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	6
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	7
2.2.1. PAVIMENTO	7
2.2.2. PAVIMENTO RÍGIDO	7
2.2.3. PAVIMENTO FLEXIBLE.....	7
2.2.4. CAPAS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE	8
2.2.5. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	9
2.2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.....	10
2.2.7. MÉTODOS DE DISEÑOS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	11
2.2.8. CONSIDERACIONES DE DISEÑO MÉTODO AASHTO.....	13
2.2.9. TRAFICO	15
2.2.10. INVENTARIO Y EVALUACIÓN VIAL	15
2.2.11. TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	15
2.2.12. REHABILITACIÓN.....	17
2.2.13. MEJORAMIENTO.....	17
Capítulo 3	18
DETERIORO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE	18
3.1. COMPONENTES QUE AFECTAN AL DETERIORO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	18
3.1.1. TRÁNSITO VEHICULAR.....	18
3.1.2. CLIMA.....	19

3.2.	FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	20
3.2.1.	CAUSAS QUE PRODUCEN LAS FALLAS	20
3.2.2.	TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	21
3.2.3.	IDENTIFICACIÓN DE FALLAS	22
3.2.4.	DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS Y VALORES DE DEDUCCIÓN (VD) POR TIPO Y SEVERIDAD.	24
Capítulo 4	43
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	43
4.1.	SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS.....	43
4.1.1.	CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD DE PRESENTE (PSR)	44
4.1.2.	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI).....	46
4.1.3.	ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)	49
4.1.4.	RELACIÓN ENTRE PSI E IRI	53
4.2.	EVALUACIÓN FUNCIONAL – DAÑOS AL PAVIMENTO.....	54
4.2.1.	MÉTODOS EMPLEANDO EQUIPOS DE MEDICIÓN DE DETERIORO SUPERFICIAL.....	54
4.2.2.	MÉTODOS VISUALES DE MEDICIÓN DE DETERIORO SUPERFICIAL	55
4.3.	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL - FALLAS ESTRUCTURALES	57
4.3.1.	DEFLEXIONES EN PAVIMENTOS.....	58
4.3.2.	MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON LA VIGA BENKELMAN.....	60
4.3.3.	MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (FWD).....	62
4.3.4.	TOMA DE MUESTRAS DE PAVIMENTO EXISTENTE (EVALUACIÓN DESTRUCTIVA)	63
4.4	SEGURIDAD (RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO).....	72
Capítulo 5	74
METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN	74
5.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	74
5.1.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	74
5.1.2.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	74
5.2.	ESTADO ACTUAL DE LA VÍA	74
5.2.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA:	75
5.3.	MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN.....	76
5.3.1.	TRABAJOS DE CAMPO	76
5.3.2.	EVALUACIÓN MEDIANTE INSPECCIÓN VISUAL	76
5.3.3.	IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS ESTUDIADOS.....	78

5.4.	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	81
5.4.1.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	81
5.4.2.	CÁLCULO DEL PCI	82
5.5.	ESTUDIO DE TRÁFICO.....	85
5.5.1.	TRÁFICO EXISTENTE	85
5.5.2.	TRÁFICO DESVIADO.....	85
5.5.3.	TRÁFICO PROYECTADO	86
5.5.4.	MÉTODO PARA OBTENER EL TPDA	86
5.6.	MEDICIÓN DEL IRI.....	88
5.6.1.	EQUIPO MERLIN	88
5.6.2.	FUNCIONAMIENTO DEL MERLIN	91
5.6.3.	MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL IRI	92
5.7.	EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.....	94
5.7.1.	ESTUDIO DE LA SUBRASANTE	94
5.8.	ANÁLISIS PARA EL TIPO DE MANTENIMIENTO	95
Capítulo 6	98
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....		98
6.1.	INVENTARIO VISUAL DE LA CAPA DE RODADURA	98
6.2.	ESTUDIO DEL TRÁFICO.....	98
6.2.1.	TRAFICO EXISTENTE	98
6.2.2.	TRÁFICO DESVIADO.....	100
6.2.3.	TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR.....	100
6.2.4.	TRÁFICO VEHICULAR PROYECTADO	101
6.3.	ANÁLISIS DEL IRI.....	101
6.4.	ANÁLISIS DEL PCI	105
6.5.	ANÁLISIS DE LA SUBRASANTE	110
6.6.	RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.....	112
6.7.	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	113
6.7.1.	INVENTARIO	113
6.7.2.	TRÁFICO	114
6.7.3.	SUBRASANTE	114
6.7.4.	CAPA DE RODADURA	114
Capítulo 7	116
PROPUESTA DE MANTENIMIENTO.....		116
7.1.	EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO.....	116
7.1.1.	EVALUACIÓN FUNCIONAL.....	116

7.1.2. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	118
7.2. FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA.....	118
7.3. PROPUESTA DE MANTEMIENTO.....	119
7.3.1. REASFALTADO	120
7.4. DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MÉTODO AASHTO 93.....	121
7.4.1. ÍNDICE DE SERVICIO	121
7.4.5. DETERMINACIÓN DEL TPD DE DISEÑO	124
7.4.6. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DE CARRIL (FDC).....	125
7.4.7. CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL´S).....	126
7.4.8. DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO DE LA SUB-RASANTE.....	129
7.4.9. CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL.....	130
7.4.10. DETERMINACIONES DE ESPESORES POR CAPAS.....	131
7.4.11. DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE.	135
7.4.12. CALCULO DE ESPESORES DEL PAVIMENTO.....	136
7.5. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA	142
Capítulo 8	145
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	145
8.1. CONCLUSIONES.....	145
8.2. RECOMENDACIONES.....	147
BIBLIOGRAFIA.....	149
ANEXO Nº 1. UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS DE LA AVENIDA QUEVEDO – SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	152
ANEXO Nº 2. CONTEO VEHICULAR Y TPDA.....	156
ANEXO Nº 3. MEDICIÓN DEL IRI	169
ANEXO Nº 4. MEDICIÓN DEL PCI.....	188
ANEXO Nº 5. MÉTODO DESTRUCTIVO - CALICATAS.....	245
ANEXO Nº 6. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES.....	259
ANEXO Nº 7. CONSERVACIÓN VIAL.....	275
ANEXO Nº 8. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	277

Capítulo 1

GENERALIDADES Y OBJETIVOS

1.1. RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar la condición del pavimento flexible de la avenida Quevedo por el método de Inspección Manual Visual, guiándose con un catálogo de fallas que se presenta en un pavimento flexibles, utilizando el sistema PAVER, el cual es un método creado por el Laboratorio de Investigación Ingenieril de Construcción del Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Armada de los EE.UU., (USACERL), para el uso civil y militar desde 1980.

El Sistema PAVER utiliza el Índice de Condición del Pavimento para calificar funcionalmente y estructuralmente el pavimento, debido a que el PCI proporciona una medida particular de la integridad estructural del pavimento y su condición funcional – operacional, calificándola de 0 a 100. Este índice está basado en el cálculo de la densidad de las fallas sobre el área estudiada, y del Valor de Deducción del Pavimento por efectos de cada tipo de falla y en cada nivel de severidad.

La etapa más importante en cualquier Sistema de Evaluación de Pavimentos, y en especial el Sistema PAVER, es su recopilación de datos y su respectiva actualización, proporcionando de esta manera; mayor exactitud de los resultados obtenidos en su procedimiento, y las estrategias de mantenimiento y rehabilitación adoptar a corto, mediano y largo plazo.

Para evaluar la Serviciabilidad del Pavimento flexible de la Avenida en estudio, también se procedió a realizar a medir el Índice de Regularidad Internacional, el cual fue propuesto por el Banco Mundial en 1986. La medición del IRÁ se lo realiza mediante métodos perfilómetros, el cual los equipos de medición pueden ser equipos de medición estáticos y dinámicos.

En la vía en estudio, para medir el IRI se lo realizó mediante el ensayo del MERLÍN, el cual es un instrumento de medición estático, el cual está formado por una estructura metálica con una rueda, y unos apoyos, el cual debe seguir las marcas que dejan las

ruedas de los vehículos en el borde extremo del carril, el cual registrara en una hoja de campo en una calificación de 1 a 50. El resultado obtenido del ensayo del MERLÍN nos proporcionara el IRI que tiene la vía en estudio, y con este resultado podemos obtener un valor del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) actual, mediante correlaciones del IRI con el PSI. Además, también con el resultado del IRI podemos obtener el Índice de Condición del Pavimento (PCI) actual, mediante correlaciones del IRI con el PCI. Esto nos ayuda a tener una mayor perspectiva sobre el estado actual en que se encuentra la Avenida Quevedo, corroborando la información con el Método de Inspección Visual mediante la utilización del Sistema PAVER.

Para evaluar el estado de la estructura existen dos métodos: Métodos Destructivos, y no Destructivos, para el presente estudio se realiza un estudio de la estructura, esto nos brindara obtener información sobre la condición, espesor y tipos de materiales que conforman la estructura del pavimento, para lo cual se emplea el Método Destructivo. Este tipo de evaluación se basa en las muestras representativas de los materiales de las diferentes capas del pavimento flexible. De forma que para ello se realizaron ensayos de Calicatas a un costado de la vía, con la implementación de maquinaria pesada, con el objeto de medir los espesores de las capas existentes y obtener muestras de cada una de las capas, que resultaron de la exploración; para realizar pruebas de CBR de la subrasante por la cual se tomaron 10 muestras en distintos puntos de la vía.

Adicionalmente se realiza un estudio de tráfico mediante la utilización de conteos manuales en puntos estratégicos en la avenida Quevedo, para cada sentido de la vía, una vez recolectada la información se procesa para poder determinar el actual tráfico existente en la vía, además de poder determinar el Trafico Promedio Diario Anual (TPDA) de la vía y poder determinar la carga vehicular que soporta la estructura vial.

Finalmente, el análisis de los resultados de los diferentes ensayos y mediciones, se realiza las respectivas evaluaciones. La evaluación superficial que se realizó en la vía en estudio indicó que el pavimento se encuentra en malas condiciones, pero la evaluación estructural del pavimento se encuentra en buenas condiciones ya que los espesores de las capas cumplen con el diseño, por el cual fue construido y cumplen las especificaciones del MTOP.

Una vez analizado el estado de la vía se propone un tipo de mantenimiento óptimo tanto económico, funcional y seguro para prolongar la vida útil de la vía, con lo que se espera mejorar el IRI, PCI para brindar un mejor nivel de servicio para los usuarios que transitan diariamente por la vía.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo, cantón Santo domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Es indispensable recordar que las vías son muy importantes para el ser humano, es por ello que la necesidad de trasladarse las personas comunicarse de un lugar a otro, fueron construyendo caminos para satisfacer la necesidad. Sin embargo, los métodos de construcción de caminos han venido desarrollado a través del tiempo, desde caminos de piedra y aglomerados hasta nuestra época actual mediante la aplicación de distintos métodos certificados y calificados, y actualmente con ayuda de la tecnología para tener una mejor calidad vial.

En el Ecuador es notable observar que el olvido de políticas viales para la conservación de carreteras por parte de los organismos seccionales y nacionales, da como resultado la presencia de problemas relacionados con el pésimo estado de las vías. Sin embargo, existen otros factores por las cuales el pavimento flexible puede presentar fallas antes de cumplir su vida útil, tales como, volúmenes de tránsito altos inesperados, cargas excesivas, defectos constructivos, etc. De tal manera que genera que las vías no cumplan y reduzcan su periodo de vida al estimado, las cuales se presenta de la siguiente forma: construcción, abandono, deterioro excesivo, colapso y reconstrucción.

La falta de una política vial de mantenimiento en la Avenida Quevedo por parte del Municipio del Cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas es notable, ya que se puede observar que la vía ya presenta muchas fallas superficiales de manera apreciables la cual afecta directamente a los usuarios que transitan por esta avenida; debido a que el pavimento ha venido deteriorándose, su capa de rodadura ha disminuido la cual presenta baches superficiales por lo que esta genera incomodidad a los usuarios. Sin embargo, este problema también genera mayor tráfico en la zona, mayores

tiempos de viaje y principalmente malestares a la población que no pueden transportarse de manera eficaz, viéndose afectados en un incremento en los costos de operación vehicular, costos de administración y costos de mantenimiento vehicular de los usuarios.

Como es de conocimiento, muchas veces lo que las autoridades esperan es que el pavimento este totalmente destruido tanto funcional y estructural; para su rehabilitación, antes de realizar un tipo de mantenimiento continuo y de conservación del mismo, hasta su periodo de vida, a la cual fue construida.

El mejoramiento de una vía debe realizarse considerando varios factores, así como las características del pavimento existente, el impacto ambiental y el impacto social, la economía y la financiación de la obra. Tomando en cuenta que se debe cuidar que los vehículos puedan mantener una velocidad determinada a su paso por la vía, es decir mantener una circulación fluida.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TEMA

El Municipio de Santo Domingo en los últimos años ha destinado gran parte de sus recursos al mejoramiento vial de la ciudad, la avenida Quevedo es una de las arterias principales de la ciudad y punto estratégico para el desarrollo de la ciudad, ésta avenida permite la circulación vehicular desde el sur este y fuera de la ciudad hacia el centro y norte de la ciudad de Santo Domingo, debido al incremento de la densidad poblacional, el tráfico ha aumentado significativamente en los últimos años lo que ha provocado el deterioro superficial del pavimento de dicha avenida.

El presente tema de estudio tiene una gran importancia para el desarrollo de la ciudad, debido que se sabe que cuando una vía se encuentre en óptimas condiciones, esta ayuda a mejorar muchos aspectos dentro de la sociedad como educación, comercio, salud, orden y entre otras.

El análisis de esta tesis se basa en un estudio en la parte céntrica de la ciudad; centro financiero, económico y comercial de la ciudad, lo cual busca mejorar una obra civil indispensable; para obtener al final, una vía que brinde óptimas condiciones de nivel de servicio para el tránsito tanto peatonal como vehicular. Para ello, este estudio dará como

resultado, mediante la evaluación que tipo de mantenimiento que necesita la vía actualmente si requiere un mejoramiento del pavimento flexible o su total rehabilitación por el deterioro excesivo del pavimento, además de brindarnos los actuales flujos de tráfico y cargas existentes que transitan en la avenida Quevedo, arteria muy importante en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Como conocemos que una vía en óptimas condiciones nos brinda varios servicios positivos y aumenta la calidad de vida de las personas que viven alrededor de una vía y las personas secundarias que transitan por esta, ayuda además al comercio de la zona, reducción en el tiempo de viaje y comodidad a los usuarios.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y proponer un tipo de mantenimiento para la avenida Quevedo en Santo Domingo.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inspeccionar de manera visual las diferentes fallas del pavimento, que existen en la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Realizar una evaluación del deterioro del pavimento flexible y la condición actual.
- Conocer el TPDA que actualmente transita por la avenida Quevedo.
- Definir opciones de posibles soluciones para mejorar y mantener el buen estado del pavimento flexible de la vía.
- Proponer un plan de mantenimiento óptimo para el tramo estudiado.

1.5. ALCANCE

El estudio evaluará el estado superficial de la infraestructura vial de la avenida Quevedo en la ciudad de Santo Domingo, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas; además de brindar el flujo de tráfico vehicular actual que registra. Finalmente se propondrá un plan de mejoramiento para la carpeta asfáltica de la avenida, que la vía recupere y brinde un mejor servicio a los usuarios.

Capítulo 2

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El presente trabajo de estudio tiene como fin proponer un tipo de mejoramiento vial, es decir plantear un plan de mantenimiento que necesite la vía, a través del diagnóstico mediante el método de inspección visual, que se presenta en la evaluación superficial de la vía, se basará mediante la utilización del sistema PAVER, determinando los daños con su respectivo grado de severidad de la vía objeto de estudio para recobrar sus condiciones óptimas de nivel de servicio que sea segura, rápida y confortable; y con el apoyo de la implementación del ensayo Merlín mediremos el Índice de Regularidad Internacional y mediante correlaciones relacionaremos el IRI con el PSI, y el IRI con el PCI, para obtener mejores resultados de la condición actual que tiene la vía.

Además, se dará a conocer los espesores actuales de cada una de las capas de que está compuesta el pavimento, por medio de un método destructivo, la realización de calicatas para saber la condición estructural de la vía.

2.1.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Para desarrollar la evaluación de la avenida y después proponer algún tipo de mantenimiento de la vía que permita elaborar un plan que nos ayude a mejorar las condiciones del estado del pavimento se tomara como referencia las “Normas de Ejecución del Manual de Mantenimiento Vial del MTOP y Técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas” (HURTADO ARIAS, 2016, pág. 8)

En la actualidad el abandono vial provoco que las vías presenten deterioros excesivos en el pavimento, que da como resultado altos costos de operación vehicular, y de mantenimiento vial por lo cual lo que se quiere promover es una evaluación del estado superficial de la vía realizando un inventario de acuerdo a las patologías del pavimento y

de acuerdo a ella proponer el tipo de mantenimiento adecuado, sea mantenimiento menor o mantenimiento mayor. Adicionalmente se considera un grupo de acciones denominadas acciones complementarias, las cuales, permite corregir problemas en vías urbanas.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. PAVIMENTO

“Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiado y adecuadamente compactados” (MONTEJO FONSECA, 2006, pág. 1)

Se lo denomina como pavimento a la estructura que está conformado por diferentes capas de materiales subrasante, sub-base, base y carpeta que se encuentran colocado por encima de la rasante y su función es resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas de tránsito las transmite a las diferentes capas de manera disipada.

Los pavimentos se pueden clasificar en dos tipos:

- Pavimentos Rígidos
- Pavimentos Flexibles

2.2.2. PAVIMENTO RÍGIDO

El pavimento rígido también conocido como pavimento hidráulico denominado así porque está compuesto por una losa de concreto hidráulico muchas veces formado con un armado de acero, que se encuentra apoyado sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, denominado como sub-base del pavimento rígido. La resistencia de este pavimento dependerá de la resistencia de las losas. Su ciclo de vida oscila entre 20 y 40 años. (MONTEJO FONSECA, 2006, pág. 5)

2.2.3. PAVIMENTO FLEXIBLE

El pavimento flexible también conocido como pavimento asfáltico se lo denomina así porque tienen una capa de rodadura formada por una mezcla bituminosa de asfalto muy

resistente a los ácidos que generalmente se encuentra apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y subbase. Que tiene la capacidad de deflexionar cuando las cargas transitan sobre él. Su ciclo de vida oscila entre 10 y 15 años. (MONTEJO FONSECA, 2006, pág. 2)

2.2.4. CAPAS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

- **Subrasante**

Es aquella superficie del suelo que brinda de soporte a todo el conjunto estructural de un pavimento.

- **Subbase**

Es aquella capa de material seleccionado, ubicado por encima de la subrasante, la cual soporta los esfuerzos transmitidos por las cargas de tránsito de los vehículos por medio de las capas superiores, y disipándola de manera conveniente a la subrasante.

En varias ocasiones las subbases sirven como: drenaje del pavimento, evitando la ascensión capilar, disminuye las deformaciones en la superficie de rodamiento mediante el control de los cambios volumen, elasticidad y plasticidad.

Los materiales que pueden ser empleados como subbases pueden ser: arena, grava, suelo estabilizado siempre y cuando cumplan con las especificaciones técnicas.

Los agregados que se deben emplear deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30% (MTOP, 2013, cap.400)

- **Base**

Es aquella capa de material seleccionado ubicado por encima de la subbase que tiene la capacidad de proporcionar un elemento resistente de poder soportar los esfuerzos producidos por el tránsito vehicular y que transmita los esfuerzos a la subbase y a la subrasante de manera uniforme.

- **Carpeta o Capa de rodadura**

La carpeta cuya función es proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito. Además, sirve como impermeabilizante para proteger la base, la cual debe impedir las infiltraciones del agua lluvia al interior del pavimento y su desgaste, resistiendo los efectos abrasivos del tráfico vehicular. Finalmente “su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento” (MONTEJO FONSECA, 2006, pág. 5)

2.2.5. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES

Los pavimentos flexibles como se conoce están formados por una mezcla bituminosa de asfalto, cuya superficie es plástica y fluye, muy resistente a los ácidos. Los materiales que está compuesto esta mezcla bituminosa son de agregados pétreos, diferente calidad y propiedades específicas, y de asfaltos líquidos que funciona como aglutinante. (RODRÍGUEZ MOLINA & RODRÍGUEZ MINEROS, 2012, pág. 26)

Es por ello los pavimentos flexibles se los puede clasificar dependiendo del tipo de mezcla bituminosa que la compone, de la siguiente forma:

- Mezclas asfálticas en frío
- Mezclas asfálticas en caliente
- Tratamiento superficial
- Macadam asfáltico

Tabla 2.1. Clasificación de Pavimentos Flexibles

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Mezclas asfálticas en frío	Combinación de agregados y un ligante bituminosos que permite mezclarse, extenderse y compactarse a temperatura ambiente. Su fabricación se emplea ligantes bituminosos con menor viscosidad que las mezclas en caliente, betunes fluidificados, alquitranes fluidos o emulsiones asfálticas. Estas mezclas se lo puede realizar “In Situ” o en las mismas plantas mezcladoras.
Mezclas asfálticas en caliente	Es una mezcla de agregados gruesos, finos y un ligante bituminoso. Esta mezcla necesariamente se lo realiza en una planta de mezclado, donde son calentados, proporcionados y mezclados para finalmente obtener una mezcla homogénea.
Tratamiento superficial	Se lo realiza para cumplir las siguientes necesidades: <ul style="list-style-type: none"> - Proveer una superficie de bajo costo para toda condición del tiempo atmosférico. - Sellar una superficie de rodamiento existente. - Ayudar a un revestimiento sobrepuesto a adherirse al revestimiento previo. - Proveer una superficie resistente al deslizamiento. - Rejuvenecer las superficies existentes deterioradas por el intemperismo. - Proveer una cubierta temporal Cubrir los pavimentos existentes y proveer cierto aumento en resistencia
Macadam asfáltico	Es el más antiguo utilizado en carreteras y actualmente en uso, consiste en una base o una superficie de rodamiento de piedra triturada o escoria de un solo tamaño en la que los fragmentos están ligados con asfalto. Se emplea como capa superficial para caminos de tránsito medio a pesado, pero para caminos de tránsito pesado ha sido sustituido por el concreto asfáltico. Para su construcción puede ser utilizado cemento asfáltico y asfalto emulsionado.

FUENTE: (RODRÍGUEZ MOLINA & RODRÍGUEZ MINEROS, 2012)

2.2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE

Las ventajas y desventajas de un pavimento son las siguientes como se muestra en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Ventajas y desventajas del Pavimento Flexible

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> - Fácil financiamiento por su bajo costo inicial. - La construcción como las operaciones de mantenimiento se realizan en un tiempo mucho más corto. - La marcha de los automotores es más suave por no tener juntas de unión. - Son reutilizables, como base los pavimentos existentes cuando se coloque una nueva capa de rodaje. 	<ul style="list-style-type: none"> - Provocan mayores gastos en el mantenimiento - En época de inviernos los daños son considerable y más costosas, las operaciones de mantenimiento.

FUENTE: (RODRÍGUEZ MOLINA & RODRÍGUEZ MINEROS, 2012)

2.2.7. MÉTODOS DE DISEÑOS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Los pavimentos flexibles pueden ser diseñados por varios Métodos los cuales pueden ser clasificados en cinco según HUANG (2004) : Metodos Empiricos, Metodos Empiricos-Mecanicista, Metodo Falla de corte al limite, Metodo deflexion al limite y Metodo basado en el comportamiento del pavimento. Otros autores e ingenieros simplifican a los metodos en tan solo 2 categorias, los metodos empiricos y los metodos empiricos mecanicista.

Los principales mecanismo de degradación de un pavimento flexible son la fitga y el ahuellamiento, de tal manera que los metodos de diseño deben controlar estos efectos durante su periodo de diseño.

La fatiga es originada por la excesiva reptición de pasadas de los vehiculos que transitan por el pavimento, cuando esto ocurre, se generan valores altos de defomración a tracción en la zona inferior de la capa asfaltica.

El ahuellamiento se origina por el comportamiento plástico de los materiales que conforman el pavimento flexible, estos al deformarse, alteran el nivel de servicio de la estructura.

En el Ecuador el método que propone el MOPT para los diseños de pavimentos es el Método AASHTO 93 que se encuentra dentro de los métodos basados en el

comportamiento del pavimento y pruebas en carreteras o también denominado método empírico. Este método propone una ecuación para el diseño del espesor de las capas que conforman el pavimento.

2.2.7.1. MÉTODOS EMPÍRICOS

Los métodos empíricos son aquellos que están basados en resultados de experimentos in situ. Este comportamiento del pavimento en el campo se relaciona con los factores que originan daños en el pavimento, estos son el tránsito y las condiciones ambientales. Dentro de los métodos empíricos tenemos el más usado en nuestro país el AASHTO 93, Método CBR, Método Public Roads (PR), Método Highway Research Board (HRB).

Una de las limitantes de los métodos empíricos es que supone que las deformaciones sólo se generan en la capa subrasante, puesto que es la capa menos rígida, y las deformaciones se generan en cada una de las capas que conforman la estructura.

En la capa asfáltica, al incrementarse la temperatura, esta pierde rigidez y origina un incremento en la deformación del pavimento. Así mismo, en carreteras de bajo tráfico vehicular, la capa asfáltica no tiene alguna función estructural por lo que la base y subbase soportan casi la totalidad de la carga vehicular.

2.2.7.2. MÉTODO EMPÍRICO-MECANICISTA

Actualmente no existe algún procedimiento de diseño 100% mecanicista, ya que estos están basados en la mecánica del comportamiento estructural ante la aplicación de cargas y deben conocerse las propiedades fundamentales de los materiales.

Los métodos empíricos mecanicistas combinan ambas teorías, y busca reducir las tensiones, deformaciones y deflexiones críticas a niveles aceptables. Entre algunos de los métodos tenemos el propuesto por Huang en su programa Kenpave, el método Shell, método del Instituto de Asfalto.

Estos métodos son de mucha utilidad ya que se obtiene una clara conceptualización del diseño, puede ser aplicable a condiciones de carga particulares y a distintos tipos de mezclas.

2.2.8. CONSIDERACIONES DE DISEÑO MÉTODO AASHTO

El método AASHTO “American Association of State Highway and Transportation Officials” (1993) como fue mencionado anteriormente es un método basado en resultados de pruebas, sostienen que estas pruebas fueron realizadas en Ottawa, Illinois, la cual fue llevada a cabo por los 49 estados, el Bureau of Public Roads y varios grupos industriales. Estas pruebas fueron realizadas en pavimentos flexibles y rígidos construidos sobre terraplén A-6. Así mismo los vehículos de prueba fueron de un solo eje y de eje tipo tándem con varias combinaciones y miles de repeticiones.

GARBER y HOEL (2005) afirman que la primera publicación fue en 1961 la cual fue modificada en 1972. En el año de 1986 se realizaron cambios y se incorporaron nuevos desarrollos. Finalmente, en 1993 se lanzó la guía de diseño que se mantiene presente hasta hoy, en ella se modificó el procedimiento de diseño para recubrimiento.

La desventaja de este método según HUANG (2004) es que las ecuaciones de diseño sólo pueden ser aplicadas a las condiciones donde fueron tomadas las pruebas de carreteras. Además, existen innumerables variables involucradas, por tal motivo es limitada.

Para diseñar pavimentos flexibles existen algunos factores que considera el procedimiento AASHTO como:

- Desempeño del pavimento
- Tránsito
- Suelos de afirmado
- Materiales para construcción
- Medio ambiente
- Drenaje y Confiabilidad

Tabla 2.3. Factores que considera la ASSHTO para Diseño de Pavimentos Flexibles

FACTORES	DESCRIPCIÓN
Desempeño del Pavimento	<p>Un pavimento debe desempeñarse estructural y funcionalmente en condiciones óptimas para brindar un mejor servicio a los usuarios. GARBER y LESTER (2005)</p> <p>El desempeño estructural se relaciona con la condición física del pavimento, existen factores como los agrietamientos, fallas, desprendimientos que son causados por la carga del tránsito. El desempeño funcional es una indicación de la eficacia con que el pavimento sirve al usuario.</p> <p>La durabilidad es el parámetro que mide dicho desempeño, AASHTO recomienda valores de 4,2 como durabilidad inicial (pi), este valor muestra el desempeño que debe tener un pavimento una vez que sea construido. La durabilidad final (pt) es el desempeño que un pavimento debe tener al final de su período de diseño, valores de 2 y 3 son aceptables dependiendo de la importancia de la vía.</p> <p>Este índice de durabilidad o también conocido como PSI, está basado en la percepción del conductor al transitar sobre una vía en una escala del 0 al 5, en donde 5 es un pavimento excelente y 0 un pavimento intransitable.</p>
Tránsito	<p>El tráfico es uno de los parámetros más importantes en el diseño de pavimentos, ya que este es el que va a determinar las cargas que pasarán sobre el pavimento durante su vida de servicio.</p> <p>Es necesario obtener el número de repeticiones de cada tipo de eje durante el período de diseño, esto se lo obtiene mediante un conteo vehicular en la vía. Se necesita cierta información sobre la vía para determinar el tráfico en su vida de diseño, entre las cuales tenemos:</p> <ul style="list-style-type: none"> .- Período de diseño Distribución de ejes .- Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) Tasa de crecimiento anual .- Sentido del tráfico .- Número de carriles por sentido .- Porcentaje del tránsito sobre el carril más transitado Índice de Serviciabilidad .- Factores de equivalencia de carga <p>El tratamiento de la carga de tránsito está basado en el ESAL, en la cantidad de cargas de 18000 lb en eje sencillo, la conversión de todos los tipos de vehículos está dada por los LEF. Los factores de equivalencia (LEF) fueron determinados por la AASHTO en los tramos de prueba, en la cual los pavimentos se sometieron a pruebas con las diferentes configuraciones de ejes y cargas para analizar el daño producido.</p> <p>Un mal estudio del tránsito puede conllevar a un mal dimensionamiento de las capas de la estructura del pavimento, originando daños en la capa de rodadura y disminución de la vida de servicio.</p> <p>Un mal estudio del tránsito puede conllevar a un mal dimensionamiento de las capas de la estructura del pavimento, originando daños en la capa de rodadura y disminución de la vida de servicio.</p>
Material de la Subrasante	<p>La AASHTO recomienda el módulo de resiliencia (Mr) para definir esta propiedad, la cual relaciona al CBR multiplicado por un factor. El CBR está dado por la relación de un suelo determinado con un material de condiciones óptimas, este ensayo mide la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos y sirve para evaluar un suelo determinado que va a ser empleado en un pavimento.</p>
Materiales de Construcción	<p>Los materiales que se usan para la construcción se clasifican en: materiales para la subbase, para la base y para la superficie. El coeficiente a3 es el coeficiente de capa de la subbase, a diferencia del coeficiente de la capa de base que es el a2, este coeficiente se usa para convertir el espesor real en un número estructural equivalente.</p> <p>El material para la superficie normalmente es una mezcla en caliente de planta de cemento asfáltico con agregados, el coeficiente de esta capa es el a1 y se lo obtiene de relaciones con el coeficiente estructural y módulo de resiliencia.</p>
Medio Ambiente	<p>La temperatura y la precipitación son los dos enemigos ambientales del pavimento. Los efectos de temperatura inducen esfuerzos por acción térmica y la precipitación es perjudicial cuando ingresa agua en el interior de las capas que forman el pavimento, lo que origina un cambio en las propiedades.</p>
Drenaje	<p>Es el efecto que tiene el agua sobre la resistencia del material de base y subrasante. Depende de dos parámetros, la capacidad del drenaje y el porcentaje de tiempo durante el cual la estructura del pavimento está casi saturada.</p> <p>La capacidad de drenaje que está basada en el tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje depende de la precipitación media anual.</p>
Confiabilidad	<p>Este parámetro es de control de diseño, fue creado como medida para garantizar el proceso de estimación del tráfico proyectado. Este factor mide las incertidumbres posibles en la predicción del tránsito y del funcionamiento del pavimento, se espera que el pavimento diseñado se comporte satisfactoriamente durante su vida de diseño.</p> <p>El nivel de confiabilidad debe ser mayor cuanto más importante sea la carretera y mayor sea su volumen de tráfico. Además existe una desviación estándar So y una desviación normal Zr que sugiere la AASHTO como ajuste a este nivel de confianza.</p>

FUENTE: (RODRÍGUEZ MOLINA & RODRÍGUEZ MINEROS, 2012)

2.2.9. TRAFICO

El tráfico es uno de los factores de mayor incidencia en las características de una vía, condiciona los diseños geométricos, la estructura del pavimento y las etapas de mantenimiento. Consiste en determinar el volumen y composición de vehículos que transitan por una determinada vía, mediante la utilización de métodos de conteo vehicular. (GONZALES RODRIGUEZ, 2011)

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA y se determina a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación.

2.2.10. INVENTARIO Y EVALUACIÓN VIAL

El inventario y evaluación vial es un procedimiento para identificar, cuantificar y evaluar la condición de todos aquellos elementos de la vía que requieren conservación o deben ser atendidos dependiendo del tipo de mantenimiento que necesite.

El inventario y evaluación debe ser ejecutado periódicamente, para obtener la información necesaria para programar las actividades de mantenimiento que se realizarán durante el siguiente periodo y determinar el nivel de presupuesto requerido por los administradores de la conservación vial. (GONZALES RODRIGUEZ, 2011)

2.2.11. TIPOS DE MANTENIMIENTO

En un pavimento generalmente las actividades de mantenimiento de pavimentos se agrupan en dos categorías, preventivas y correctivas. El mantenimiento preventivo incluye aquellas actividades realizadas para proteger el pavimento y reducir su tasa de deterioro. Por su parte el mantenimiento correctivo consiste en aquellas actividades ejecutadas para corregir fallas específicas del pavimento o áreas deterioradas. (GONZALES RODRIGUEZ, 2011)

- El mantenimiento menor incluye acciones que se aplican a pequeñas áreas del pavimento para corregir fallas localizadas, mejorar su condición y/o controlar la rata de deterioro.
- El mantenimiento rutinario debe ejecutarse continuamente, e iniciarse tan pronto como el pavimento muestre los primeros síntomas de falla. Dentro del mantenimiento rutinario se incluyen aquellas acciones menores tanto programadas como de emergencia.
- El mantenimiento mayor incluye actividades que se aplican a toda el área de un tramo, éstas pueden estar precedidas por acciones preparatorias de mantenimiento menor.

En el mantenimiento menor se realizan 5 tipos mantenimiento:

- 1) Sellado de Grietas
- 2) Bacheo puede ser de emergencia, superficial, de carpeta o profundo
- 3) Sello Asfáltico localizado
- 4) Nivel Localizada
- 5) Fresado y/o Texturización localizada.

En el mantenimiento Mayor se realizan:

- 1) Tratamientos Superficiales
- 2) Capas asfálticas que pueden ser de nivelación, de fricción o estructurales
- 3) Remoción por fresado
- 4) Reciclado; estas pueden ser en frío o caliente.

Finalmente, las acciones Complementarias que pueden ser:

- 1) Nivelación bocas de visita
- 2) Nivelación de sumideros
- 3) Suministro de rejillas y marcos.

2.2.12. REHABILITACIÓN

Consiste en la reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. La rehabilitación procede cuando el camino se encuentra demasiado deteriorado como para poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro, pudiendo incluir algunos mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. (GONZALES RODRIGUEZ, 2011).

La rehabilitación tiene como propósito restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura. Las actividades contenidas dentro de los trabajos de rehabilitación pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

- Restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura.
- Mejorar el sistema de drenaje.
- Sistema de señalización

2.2.13. MEJORAMIENTO

Se refiere a la introducción de mejoras en los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, incluidos los trabajos relacionados a la renovación de la superficie y la rehabilitación.

El objetivo de estas labores es incrementar la capacidad del camino y la velocidad de circulación, así como la seguridad de los vehículos que por él transitan. En sentido estricto, estos trabajos no son considerados como actividades de conservación, excepto la renovación de superficie. (GONZALES RODRIGUEZ, 2011)

Capítulo 3

DETERIORO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE

3.1. COMPONENTES QUE AFECTAN AL DETERIORO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.

Las componentes por las que el Pavimento Flexible se deteriora a través del tiempo son causadas principalmente por dos factores que son el tránsito vehicular y el clima, estas producen fallas en el pavimento por lo que genera una pérdida en el nivel de Serviciabilidad de la vía para la cual fue construida que sean seguras, rápidas y confortables.

Tabla 3.1. Factores que afectan al Pavimento Flexible

TRÁNSITO	CLIMA
<ul style="list-style-type: none">•Relacionado con las cargas pesadas que circulan sobre el pavimento.•El tránsito vehicular deteriora la capa de rodadura con el pasar del tiempo, la circulación de vehículos producen esfuerzos en el pavimento	<ul style="list-style-type: none">•Se lo relaciona con la lluvia o cambios de temperatura.•El agua genera que el pavimento pierda o disminuya su resistencia y estabilidad en cada una de sus capas, es por ello que se construye una pendiente para que el agua escurra y no se almacene en los carriles

FUENTE: (HURTADO ARIAS, 2016)

3.1.1. TRÁNSITO VEHICULAR

“El tránsito es un factor importante cuando se predice o determina el daño que sufrirá un pavimento. En el mundo entero se puede apreciar un incremento notable en el volumen de vehículos en las grandes ciudades” (SOLMINIHAC T., 2001)

El tránsito que circula por un pavimento de una vía, se pueden apreciar diferentes tipos de vehículos con diferentes tipos de ejes, las cuales se consideran que los vehículos pesados son los más determinantes y los que más dañan al pavimento, y aún más si ellos circulan con peso mayor al permitido.

Los factores que más incidencia tienen en el efecto del tránsito sobre el pavimento son: el espaciamiento entre ruedas, la presión de inflado de los neumáticos, tipo de apoyo, intensidad y frecuencia de las cargas, rigidez relativa de las capas componentes, son algunas de los mayores problemas que se encuentran en las predicciones sobre el efecto negativo que podría tener las cargas de tránsito.

Según afirma SOLMINIHAC T.,(2001) “se estima cuatro consideraciones que pueden afectar el ciclo de vida de un pavimento, entre las cuales están:

- Exactitud de los valores de la carga equivalente
- Precisión del conteo vehicular y el peso del tránsito
- Predicción de los ejes equivalentes para cierto período.
- Interacción de la edad y el tránsito que afecta la Serviciabilidad”

Al realizar una evaluación de la actual condición de un pavimento de una vía es muy importante tener en cuentas estas consideraciones. En la avenida Quevedo, el volumen del tránsito ha aumentado notablemente ya que Santo Domingo ha venido creciendo notablemente en función de la expansión territorial y el crecimiento poblacional, y por ser ciudad comercial del país y punto estratégico que conecta la sierra y costa ecuatoriana.

3.1.2. CLIMA

La ciudad de Santo Domingo por encontrarse en la zona ecuatorial posee dos estaciones al año, la época seca corta y lluviosa. Santo Domingo tiene un clima tropical, con una temperatura que oscila entre de 21°C a 31°C, con precipitaciones alrededor de 2658mm.

Estas variaciones altas de temperatura provocan que el asfalto, sufra efectos de ablandamientos, produciendo una reducción de su espesor y viscosidad del asfalto en el pavimento. El periodo más húmedo en la ciudad es desde diciembre hasta julio con un promedio del 75%, en la época lluviosa. Esta humedad genera que el pavimento

presente una disgregación de la mezcla, produciendo el transporte de contaminantes externos a las grietas, estos problemas podrían ser mayor si no se tiene una buena adherencia entre el asfalto con el agregado.

Los problemas que genera la humedad en un pavimento son: reducción de la resistencia, reducción de la estabilidad de la base, subbase y subrasante, disminución de la resistencia al deslizamiento, ya que el paso del agua a las capas granulares debilita y reducen su resistencia. Sin embargo, por efecto del bombeo se origina una pérdida de soporte debido a que el material fino de las capas es arrastrado.

La cantidad de huecos también tiene un papel importante en la rapidez con que se deteriora un pavimento flexible. Se puede remitir a los hechos de las carreteras, que, al terminar la época lluviosa, el pavimento sufre daños por efecto de la precipitación. Una vía de la importancia de la avenida Abdón Calderón debe tener un buen sistema de drenaje que permita la evacuación de las aguas. (HURTADO ARIAS, 2016, pág. 24)

3.2. FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

3.2.1. CAUSAS QUE PRODUCEN LAS FALLAS

Existen una gran variedad de causas por la cual los pavimentos Flexibles presentan daños o fallas, las cuales son distinto origen y naturaleza. Según describe MONTEJO FONSECA, (2006) cabe destacar las siguientes:

- Elevado incremento en las cargas de tránsito, con respecto a las previstas en el diseño original.
- Deficiencia en el proceso constructivo (calidad de los materiales, espesores, u operaciones de construcción, densificación de capas)
- Diseños deficientes (mala estimación del tránsito existente y previsto, mala valoraciones de las características de los materiales)
- Factores climáticos imprevistos (lluvias prolongadas, insuficiencia de drenaje superficial o profundidad prevista)

- Deficiente mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos por escasez de recursos económicos disponibles (equipo, maquinaria y personal capacitado)
- Fin del periodo o ciclo de vida del diseño original del pavimento, y olvido de acciones de mantenimiento y/o rehabilitación durante el mismo.

Es importante optimizar el empleo de materiales, maquinarias, mano de obra (especializada) y recursos económicos durante la construcción o conservación de las vías, para tratar de reducir las causas que producen las fallas en los pavimentos flexibles, teniendo énfasis en conservar las redes viales existentes y no de diseñar y construir nuevos tramos.

3.2.2. TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES

En los pavimentos flexibles se pueden presentar 2 tipos de fallas dependiendo del origen y naturaleza:

- Fallas de superficie o funcionales
- Fallas estructurales

Tabla 3.2. Tipos de fallas en Pavimentos Flexibles

FALLA	DESCRIPCION
SUPERFICIAL	Comprende los defectos de la superficie de rodamiento debido a fallas de la capa asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al restablecimiento de la rugosidad o regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor, además de conferirle esta la necesaria impermeabilidad para la superficie.
ESTRUCTURAL	<p>Comprende los defectos de la superficie de rodamiento cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, tienen su origen en defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, las cuales están destinadas a resistir y compartir los esfuerzos impuestos por el tráfico, de manera que a nivel de subrasante o suelo de fundación de pavimento lleguen los menores esfuerzos y lo más distribuido posible.</p> <p>La falla de la estructura se deriva de dos causas fundamentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si la capacidad de carga vehicular es excedida más allá del valor que determinan las deformaciones recuperables por elasticidad instantánea y retardada, se desarrollan deformaciones permanentes en cada aplicación de las cargas, alterando la comodidad, seguridad y rapidez del tránsito y aún pueden provocar el colapso de la estructura. - Si la capacidad de carga vehicular no es excedida pero las deformaciones recuperables son elevadas, los materiales y en particular las capas asfálticas sufren el fenómeno denominado fatiga cuando el número de aplicaciones de las cargas pesadas es elevado (reducción de las características mecánicas). Inicio de proceso de fisuramiento.

FUENTE:(MONTEJO FONSECA, 2006)

3.2.3. IDENTIFICACIÓN DE FALLAS

Los factores como el clima y el tránsito son los componentes que afectan al deterioro del pavimento flexible, por lo cual existen diferentes tipos de clasificación de deterioros o fallas, SHAHIN (2005) expone los 19 tipos de fallas como se indica en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Identificación de Fallas


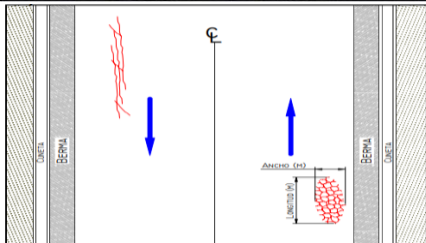
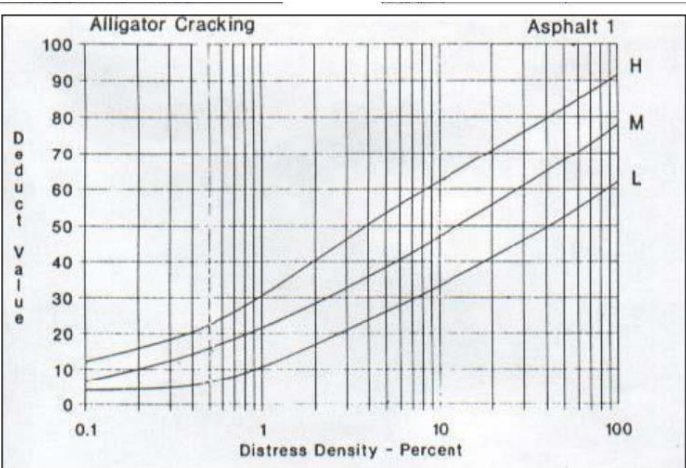
ITEM	FALLA	DESCRIPCIÓN	MEDIDA
1	Piel de cocodrilo.	Es una serie de fisuras por fatiga de la carpeta asfáltica, bajo las cargas interconectadas causadas repetitivas del tráfico	pies2 o m2
2	Exudación.	Es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento que crea una textura vidriosa, brillante y bastante pegajosa y resbaladiza en condiciones húmedas.	pies2 o m2
3	Fisuramiento en Bloque.	Es una serie de fisuras interconectadas que dividen el pavimento en piezas aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de unos 30 x 30 cm a 3 x 3 m.	pies2 o m2
4	Desniveles Localizados	Pequeños desplazamientos hacia arriba o hacia abajo de la superficie del pavimento	pies o m.
5	Corrugación	Es una serie de pequeñas acanaladuras espaciadas a intervalos regulares, generalmente menores de 3 metros, a lo largo de un tramo del pavimento o en dirección perpendicular al tráfico.	pies2 o m2
6	Depresión	Son zonas localizadas del pavimento con niveles inferiores a los de las zonas adyacentes.	pies2 o m2
7	Fisuramiento en borde	Este fisuramiento es paralelo al borde exterior del pavimento y generalmente dentro de los 30 a 60 cm de este borde.	pies2 o m2
8	Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón	Esta falla ocurre solamente en pavimentos asfálticos colocados sobre pavimentos rígidos.	pies o m.
9	Desnivel de Carril	Es una diferencia de elevación entre el borde del pavimento y el espaldón causada por erosión asentamiento o defectos.	pies o m.
10	Fisuramiento Longitudinal o Transversal	Las fisuras longitudinales son paralelas al eje de la carretera y pueden originarse en: una junta constructiva, contracción del asfalto. Fisura transversal es el fracturamiento rectilíneo que se extiende a través de la superficie del pavimento perpendicularmente al eje de la calzada.	pies o m.
11	Parche de corte de Servicio	Es un área del pavimento que ha sido reemplazada por material nuevo para reparar el pavimento original.	pies2 o m2
12	Agregado Pulido	Es causada por las aplicaciones repetitivas del tráfico. Cuando el agregado superficial se torna liso al tacto, se reduce considerablemente la adhesión con las llantas	pies2 o m2
13	Baches	Son pequeños huecos en la superficie de hasta 1 metro de diámetro.	unidad
14	Cruce de Ferrocarril	Son los desniveles que se encuentran alrededor y entre las vías asociados con los cruces de ferrocarril.	pies2 o m2
15	Surco en huella	Es una depresión que se localiza en la huella del tráfico	pies2 o m2
16	Desplazamiento	Es una deformación permanente, longitudinal, de un área localizada de la superficie del pavimento causada por las cargas del tráfico	pies2 o m2
17	Fisuramiento de Resbalamiento	Son en forma de media-luna que tienen dos extremos apuntando en sentido contrario al tráfico	pies2 o m2
18	Hinchamiento	Se caracteriza por un combeo hacia arriba en la superficie del pavimento, una ondulación larga y gradual de más de 3 m de longitud	pies2 o m2
19	Desmoramiento / Intemperismo	El desgaste de la superficie por pérdida de ligante asfáltico y la disgregación de las partículas pétreas	pies2 o m2

NOTA: Todas las fallas tendrán tres niveles de severidad (Baja, Media y Alta)

FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)


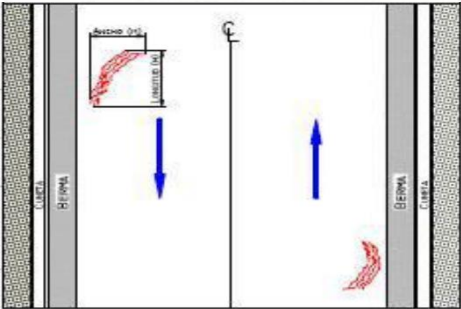
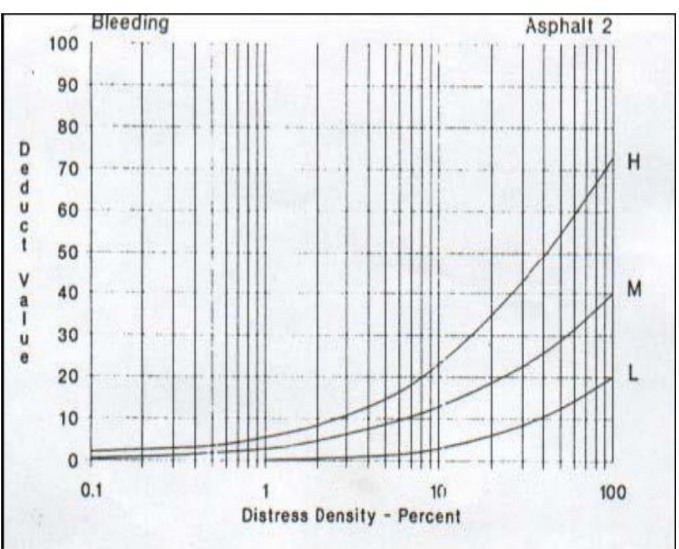
3.2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS Y VALORES DE DEDUCCIÓN (VD) POR TIPO Y SEVERIDAD.

Tabla 3.4. Falla 1 – Piel de Cocodrilo

FALLA N 1		
NOMBRE: Fisuramiento “Piel de Cocodrilo” (Alligator Cracking)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>El fisuramiento “Piel de Cocodrilo” o de fatiga es una serie de fisuras interconectadas causadas por fatiga de la carpeta asfáltica, bajo las cargas repetitivas del tráfico. El fisuramiento comienza en la parte inferior de la capa de superficie donde se desarrolla los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión bajo la carga, y se propagan hacia la superficie, inicialmente como una serie de fisuras longitudinales paralelas. Bajo repeticiones adicionales de carga, las fisuras se interconectan formando como un mosaico que asemeja la piel de cocodrilo. Las piezas tienen menos de 60 cm en su lado mayor.</p> <p>Serie fisuras interconectadas entre sí, formando en la superficie del pavimento pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos y dimensión mayor normalmente inferior de 0.30 m. Este fisuramiento ocurre solamente en áreas sujetas a las cargas de tráfico repetitivo, tales como las huellas. Por eso, no se presenta sobre toda una área, a menos que toda esta área esté sujeta al tráfico. El fisuramiento que sí se puede presentar sobre toda una área es el fisuramiento en bloque aunque este no es causado por la carga de tráfico.</p> <p>El fisuramiento “piel de cocodrilo” es una falla estructural mayor que esta generalmente acompañada de surcos o deformaciones permanentes en las huellas, con roturas longitudinales y transversales, con separación menor que 15cm, y con abertura creciente según avanza el deterioro. Generalmente presenta hundimiento del área afectada.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
Fisuras finas, longitudinales, paralelas entre sí, menores de 1,5mm de ancho con ninguna o pocas intersecciones. No hay desmembramiento de material a los lados.	Desarrollo mayor de las fisuras moderadas, de ancho menor de 5 mm, formando una red o mosaico. Algunas fisuras pueden estar moderadamente desmembradas.	Amplio desarrollo de la red de fisuras con significativo desmembramiento. Algunas piezas pueden moverse bajo el tráfico.
MEDICIÓN:		
<p>El fisuramiento “piel de cocodrilo” se mide en pies² o m² de área. La mayor dificultad al medir esta falla, es que el fisuramiento puede presentarse a 2 o 3 niveles de severidad dentro del área afectada. De ser posible, se tratara de registrar cada nivel por separado; caso contrario se registrara la falla en su nivel de severidad más alto para toda el área.</p>		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Pavimentos altamente deformables o resilientes (deflexiones recuperables importantes bajos radios de curvatura) - Insuficiencia de los espesores y resistencia del pavimento frente a las repeticiones de cargas. - Subdrenaje inadecuado en sitios aislados, que afectan los materiales granulares. - Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticos. - Uso de ligantes (asfaltos) muy duros. - Reparaciones mal ejecutadas, deficiencias de compactación, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Lechada o sellado superficial en cada área afectada.	Lechada o bacheo superficial, recapeo en todo el tramo.	Recuperación de la capa de rodadura (carpeta) y parte de la base para estabilización como refuerzo. Nueva capa de rodadura.
<div style="display: flex; align-items: center;">    </div>		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Deformaciones, descascaramientos, baches.		


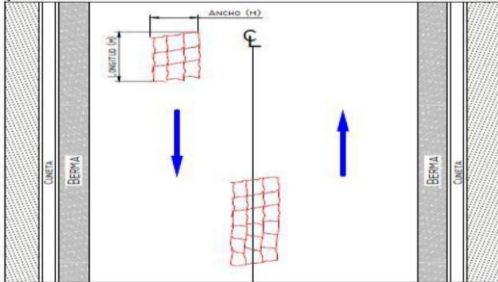
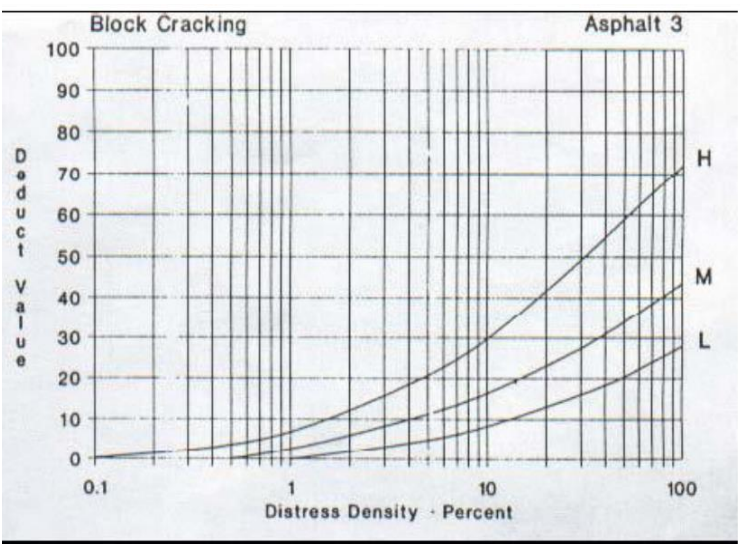
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.5. Falla 2 - Exudación

FALLA 2		
NOMBRE: Exudación (Bleeding)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento que crea una textura vidriosa, brillante y bastante pegajosa y resbaladiza en condiciones húmedas. La exudación es causada por un exceso de cemento asfáltico en la mezcla, una aplicación excesiva de sello o imprimación bituminosa, y/o por un bajo contenido de vacíos en la mezcla. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos durante el clima cálido y fluye hacia la superficie del pavimento. Como el proceso de exhumación es irreversible durante climas más fríos, el cemento asfáltico se acumula en la superficie.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
La exudación se manifiesta muy levemente y es notoria solo durante pocos días en el año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.	La exudación se manifiesta al extremo que el asfalto se pega a los zapatos y a los vehículos durante algunas semanas del año.	La exudación se manifiesta extensamente, y una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y vehículos durante varias semanas al año, tiene un aspecto húmedo de intensa coloración negra.
MEDICIÓN:		
La exudación se mide en pies^2 o m^2 de superficie. Cuando se cuenta la exudación no se considera el Agregado Pulido.		
CAUSAS COMUNES:		
<p>La exudación se genera cuando la mezcla tiene cantidades excesivas de asfalto haciendo que el contenido de vacíos con aire de la mezcla sea bajo; sucede especialmente durante épocas o zonas calurosas Puede darse por el uso de asfaltos muy blandos o por derrame de ciertos solventes. Bitumen muy blando para condiciones de servicio desfavorables (tránsito pesado intenso, altas temperaturas en el pavimento) Sobre compactación de la mezcla o tratamientos asfálticos o dosificación para condiciones de tránsito menores que las reales.</p>		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Tratamiento aislado en mantenimiento rutinario	Fresado superficial < 1 cm de inmediato. Colocación de nueva capa de rodadura.	Fresado superficial < 1 cm de inmediato. Colocación de nueva capa de rodadura. Quemar exceso de asfalto y aplicar un sellado bituminoso con asfalto líquido y recubrimiento arena o lechada asfáltica.
<div style="display: flex; align-items: center;">    </div>		
EVOLUCION PROBABLE: Aumento del deterioro, ahuellamiento.		


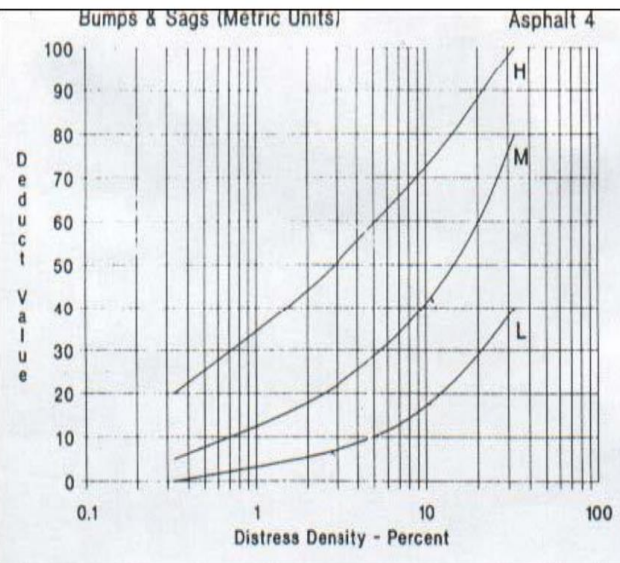
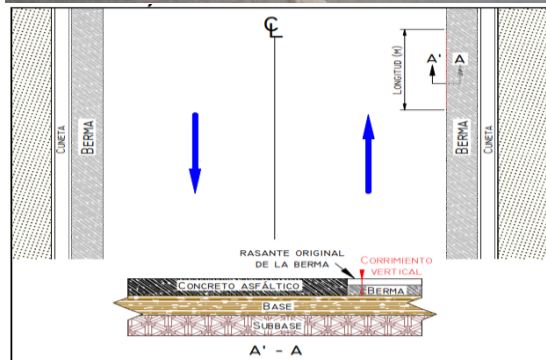
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.6. Falla 3 – Fisuramiento en Bloque

FALLA 3		
NOMBRE: Fisuramiento en bloque (Block Cracking)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>El fisuramiento en bloque es una serie de fisuras interconectadas que dividen el pavimento en piezas aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de uso 30x30 cm a 3x3 m. las fisuras en bloque son causadas principalmente por la contracción de la carpeta asfáltica y los ciclos diarios de temperatura (que causan ciclos diarios de esfuerzos y deformaciones). El fisuramiento en bloque insinúa que el asfalto se ha endurecido u oxidado significativamente. Los bloques se manifiestan en la mayoría sobre áreas externas del pavimento, aunque a veces aparecen solo en áreas no traficadas. Este tipo de falla difiere del fisuramiento "piel de cocodrilo" que forma piezas más pequeñas con ángulos agudos y se concentra únicamente en las áreas sujetas a tráfico vehicular.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
Los bloques se definen como fisuras de baja severidad.	Los bloques se definen como fisuras de mediana severidad.	Los bloques se definen como fisuras de alta severidad.
MEDICIÓN:		
<p>El fisuramiento en bloque se mide en pies^2 o m^2 de área afectada. Generalmente se manifiesta con la misma severidad en toda el área, sin embargo, si hubiera diferentes severidades se deberán registrar separadamente.</p>		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Excesiva contracción de la mezcla asfáltica inducida por cambios de temperatura y/o humedad en la misma. - Excesivo endurecimiento del bitumen por deficiencia durante el manipuleo y elaboración de la mezcla asfáltica - Mezcla asfáltica muy rígida, como consecuencia de un exceso de filler en la misma. - Reflexión de grietas originadas en una capa subyacente debido a la retracción de bases estabilizadas hidráulicamente. - Debilitamiento brusco de las capas inferiores, (generalmente por saturación de los materiales) 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Aplicar sellado de superficie con emulsión bituminosa o rejuvenecedora.	Sellado de la superficie con material bituminosos, y/o tratamiento superficial asfáltico.	Trabajos de preparación previa + recapado con mezcla asfáltica en caliente.
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">    </div>		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Piel de cocodrilo, descascamientos.		

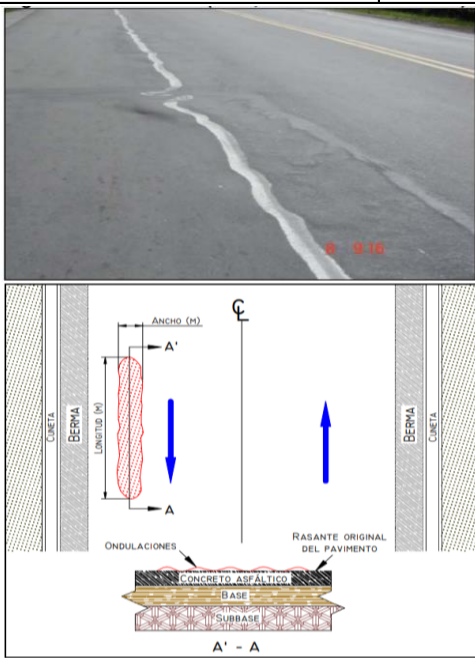
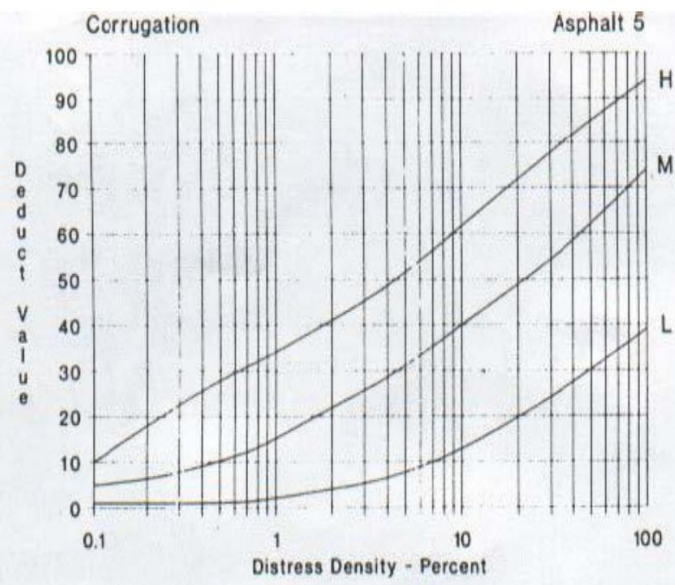
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.7. Falla 4 – Desniveles Localizados

FALLA 4		
NOMBRE: Desniveles Localizados (Bumps and Sags)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>Los desniveles localizados son pequeños desplazamientos hacia arriba o hacia abajo de la superficie del pavimento. Los desplazamientos hacia arriba (Bumps) se diferencian del desplazamiento (Falla 16) en que este último es causado por inestabilidad del pavimento. Estos desniveles hacia arriba pueden ser causados por varios factores, entre otros.</p> <p>Los desniveles hacia abajo (Sags) son pequeñas y repentinas inmersiones del nivel circundante de la superficie asfáltica como la que suele manifestarse a veces sobre un tubo subterráneo de agua.</p> <p>Si los desplazamientos hacia arriba o hacia abajo aparecieran en áreas relativamente grandes de la superficie asfáltica, se definirán como Hinchamiento (Falla 18) o como Depresión (Falla 6), respectivamente.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
Desniveles que causan una calidad de rodadura de baja severidad.	Desniveles que causan una calidad de rodadura de mediana severidad.	Desniveles que causan una calidad de rodadura de alta severidad
MEDICIÓN:		
<p>Los desniveles se miden en pies o m. Si los desniveles se manifiestan en dirección perpendicular al tráfico y están espaciados a distancias menores de 3 metros, la falla se denomina "Corrugación" (Falla 5). Si el desnivel se manifiesta en combinación con fisuramiento, este también se registrara separadamente.</p>		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Pandeo o combadura de la subcapa de hormigón en el caso de capas de refuerzos de la carpeta asfáltica sobre ese tipo de pavimentos. - Infiltración y acumulación de material en una fisura agravada por el tráfico vehicular - Infiltración localizada de agua (por rotura de tubo) que causa un hueco en las subcapas del pavimento. - Cuando existen diferencias entre los materiales de la berma y el pavimento o por el bombeo del material de base en la berma. - Puede estar asociado con problemas de inestabilidad de los taludes aledaños. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJO O LIGERO	MEDIA	ALTO O FUERTE
Vigilar posible evolución	Perfilado en frío y tratamiento superficial asfáltico	Bacheo parcial, capa asfáltica. Bacheo profundo, incluida reposición de la base
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div>		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Agrietamiento, desprendimiento.		

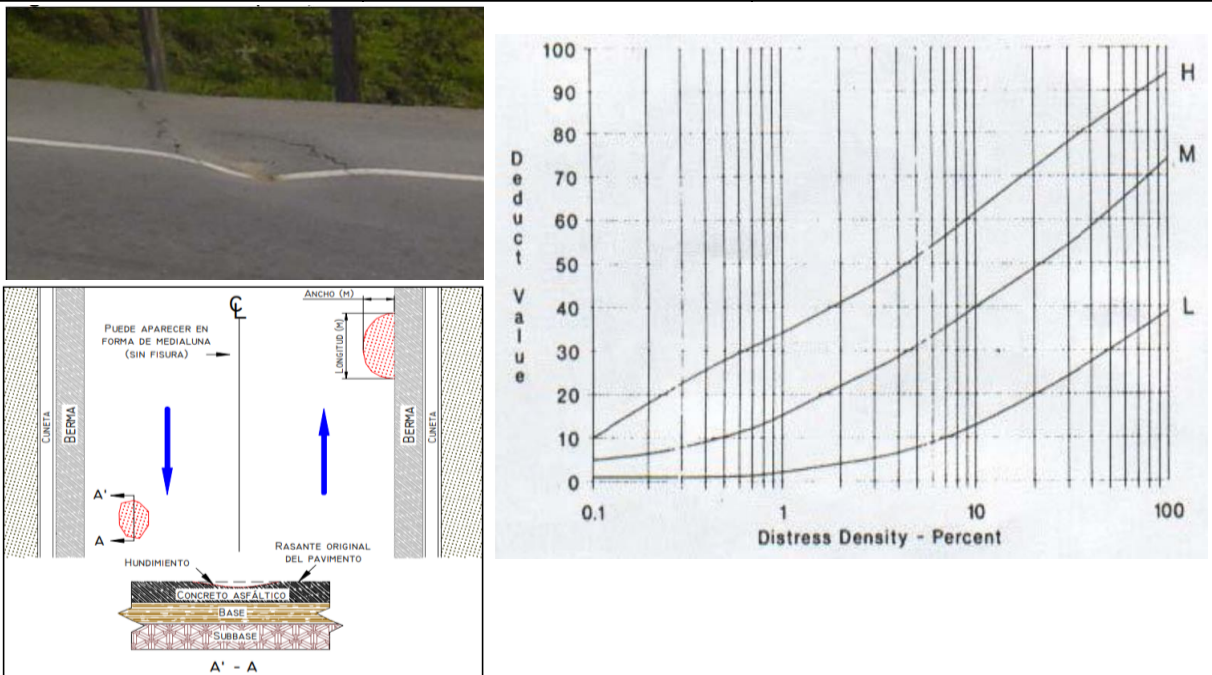
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.8. Falla 5 - Corrugación

FALLA N 5		
NOMBRE: Corrugación (corrugation)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>La corrugación u ondulación es una serie de pequeñas acanaladuras espaciadas a intervalos regulares, generalmente menores de 3 metros, a lo largo de un tramo del pavimento o en dirección perpendicular al tráfico.</p> <p>Este tipo de falla es usualmente causado por la acción del tráfico en combinación con una capa de superficie o base inestables.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
La corrugación produce una calidad de rodadura de baja severidad, cuando causa cierta vibración en el vehículo sin llegar a generar incomodidad.	La corrugación produce una calidad de rodadura de mediana severidad, cuando causa significativa vibración en el vehículo que genera cierta incomodidad.	La corrugación produce una calidad de rodadura de alta severidad, cuando causa excesiva vibración en el vehículo generando una sustancial incomodidad.
MEDICIÓN:		
La corrugación se mide en pies^2 o m^2 de área afectada, registrando separadamente de acuerdo a su severidad el área total afectada en la muestra o sección de pavimento.		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Capas superficiales muy deformables pero bien adheridas a la capa de apoyo subyacente. - Altas temperaturas de servicio (reducen estabilidad de las mezclas). - Defectos constructivos: contaminación de las mezclas asfálticas, sobredosificación del ligante, falta de aireación de las mezclas con asfaltos líquidos. - Excesos de humedad en subrasante o capas granulares (asentamientos diferenciales) - Exceso de compactación de la carpeta asfáltica. - Falta de curado de las mezclas. - Acción del tránsito en zonas de frenado y estacionamiento. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Vigilar posible evolución	Bacheo parcial capa asfáltica o perfilado en frío y tratamiento superficial	Bacheo parcial, capa asfáltica. Bacheo profundo, incluida reposición de la base, o Perfilado en frío y reposición con mezcla asfáltica caliente.
<div>   </div>		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Exudación, agrietamiento, ahuellamiento.		


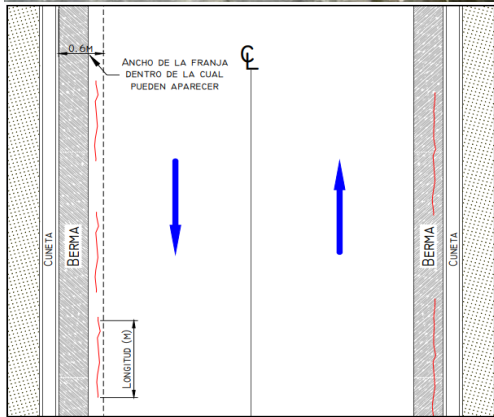
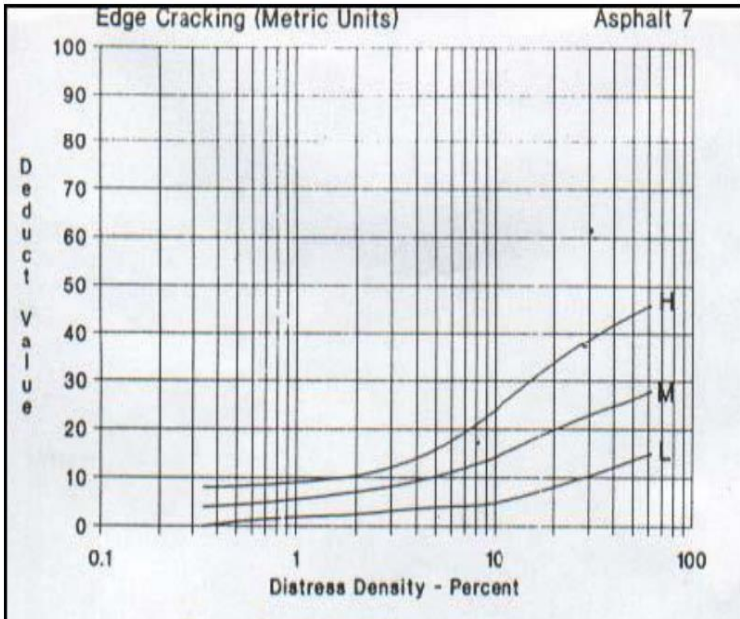
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.9. Falla 6 – Depresión

FALLA N 6		
NOMBRE: Depresión (Depression) o Hundimiento		
DESCRIPCIÓN:		
<p>Las depresiones son zonas localizadas del pavimento con niveles inferiores a los de las zonas adyacentes. En algunos casos las depresiones leves no son notorias hasta que luego de una lluvia, se manifiesta la acumulación de agua en el área deprimida. En pavimentos secos, las depresiones pueden descubrirse por las manchas que deja el agua.</p> <p>Las depresiones son causadas por el asentamiento del subsuelo o por construcción deficiente, pueden causar cierta aspereza en la calidad de rodadura, y cuando están llenas de agua de cierta profundidad, las depresiones pueden causar hidroplaneo y otros problemas de seguridad.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo. La profundidad máxima se encuentra entre 13 a 25 mm.	El hundimiento provoca un molesto balanceo en el vehículo, pero es tolerable. La profundidad máxima se encuentra entre 25 a 50 mm.	La comodidad de manejo es afectada seriamente por el hundimiento, que provoca movimientos molestos y hasta peligrosos, en el vehículo. La profundidad máxima del área deprimida es mayor de 50 mm.
MEDICIÓN:		
Las depresiones se miden en pies ² o m ² de área afectada.		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Asentamientos o consolidación de estratos comprensibles de la fundación (de gran longitud de onda) - Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases) - Pérdida de estabilidad por incremento de humedad en capas de pavimento. - Falta de confinamiento lateral de los paseos (hundimiento de borde). - Deficiencias de drenaje que afecta a los materiales granulares - Circulación de tránsito muy pesado. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Aisladamente rellenar la rodera en mantenimiento rutinario.	Bacheo superficial nivelante, rellenar la rodera en forma continua, en mantenimiento rutinario.	Bacheo profundo o Fresar la capa de rodadura (carpeta) y sustituirla en la banda de circulación afectada.
 <p>The composite image contains three parts: 1) A photograph of a road surface with a visible depression. 2) A cross-sectional diagram of a road showing a depression (HUNDIMIENTO) in the asphalt concrete (CONCRETO ASFÁLTICO) layer, with labels for the original grade (RASANTE ORIGINAL DEL PAVIMENTO), base (BASE), and subbase (SUBBASE). It also shows the width (ANCHO (M)) and length (L (M)) of the depression. 3) A graph of Deduct Value (Deduct Value) versus Distress Density - Percent. The graph shows three curves labeled H, M, and L, representing different levels of severity. The Y-axis ranges from 0 to 100, and the X-axis ranges from 0.1 to 100 on a logarithmic scale.</p>		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Fisuración, desprendimientos, piel de cocodrilo, baches, movimientos en masa.		

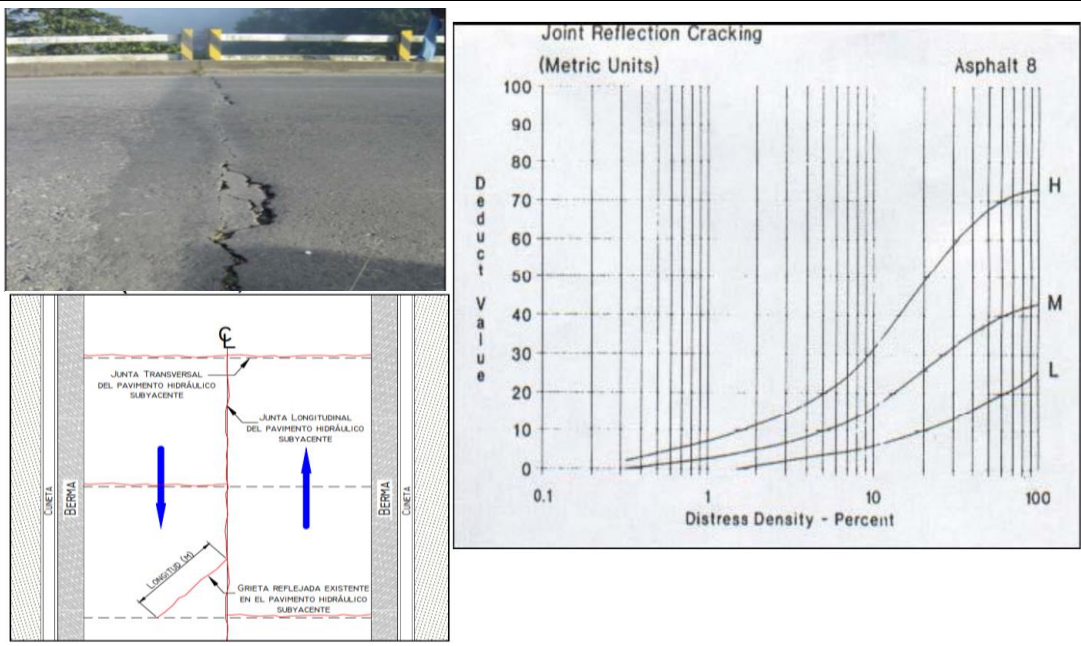
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.10. Falla 7 – Fisuramiento en Borde

FALLA N 7		
NOMBRE: Fisuramiento en Borde (Edge Cracking)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>Este fisuramiento es paralelo al borde exterior del pavimento y generalmente dentro de los 30 a 60 cm de este borde. Progresiva destrucción de los bordes de la calzada por desintegración total y pérdida del aglomerado asfáltico (mezcla o tratamiento) que conforma la superficie de rodamiento. Como consecuencia los bordes de la calzada exhiben irregularidades en su alineamiento horizontal y reducen su ancho efectivo, dejando al descubierto parte de la base del pavimento. Suele ser precedida por otros daños tales como agrietamientos, hundimientos y desprendimientos, que ocurren típicamente al borde del pavimento.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
Fisuramiento bajo o mediano sin desmoronamiento.	Fisuramiento mediano con moderada rotura o desmoronamiento.	Rotura y desmoronamiento considerable a lo largo del borde.
MEDICIÓN:		
El fisuramiento de borde se mide en pies o metros lineales.		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Deficiente confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos. - Pavimento muy estrecho (ancho de la calzada reducido), ancho insuficiente del espaldón. - Deficiente compactación o falta de sobre ancho de las capas estructurales del pavimento. - Retención de agua en los bordes de calzada - Frecuente ascenso y descenso de vehículos desde el borde no pavimentado. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Vigilar posible evolución, verificar el estado del drenaje superficial de los bordes.	Bacheo superficial o parcial (capa asfáltica), mezcla en frío o caliente. Sellado de superficie (en bordes) con material bituminoso.	Bacheo parcial (capa asfáltica) o profundo, incluyendo reconstrucción de la base granular y carpeta o tratamiento superficial asfáltico. Construcción de bordillos.
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">    </div>		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Desprendimiento del borde, desintegración alrededor de la fisura.		

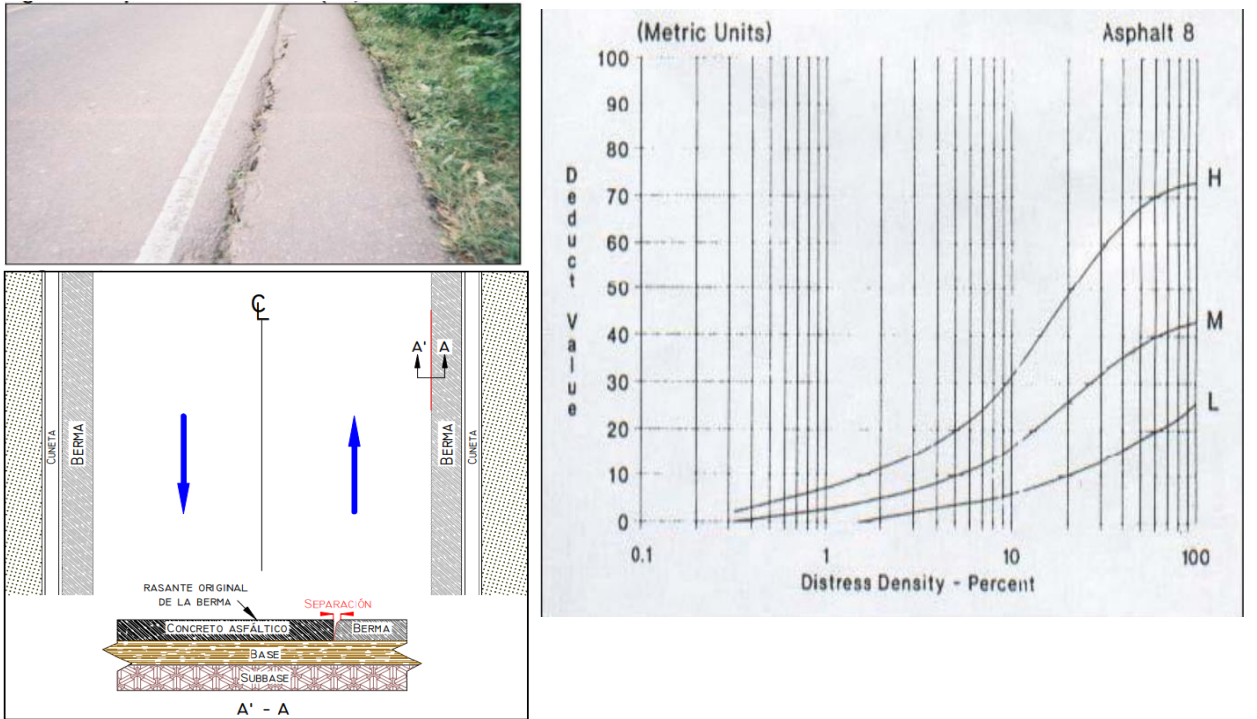
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.11. Falla 8 – Fisuramiento de Reflexión de losas de Hormigón

FALLA N 8		
NOMBRE: Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón (Joint Reflection Cracking)		
DESCRIPCIÓN: <p>Esta falla ocurre solamente en pavimentos asfálticos colocados sobre pavimentos rígidos. No se incluyen fisuras de reflexión que puedan prevenir de otro tipo de subcapas, ya que estos registran bajo Fisuramiento Longitudinal o Transversal (falla 10).</p> <p>Las fisuras de reflexión de juntas se producen generalmente por movimiento de las sub-losas causados por gradientes térmicos o de humedad. A pesar de no tener su origen en las cargas del tráfico, esta falla puede agravarse con el tráfico. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la fisura se dice que esta desmembrada. Un conocimiento previo de las dimensiones de las sub-losas puede ayudar a identificar este tipo de falla.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
Una de las siguientes condiciones existe: 1 Fisura abierta con un ancho < 10 mm. 2 Fisura sellada de cualquier ancho.	Una de las siguientes condiciones existe: 1 Fisura abierta entre 10 y 75 mm de ancho. 2 Fisura abierta de cualquier ancho rodeada de fisuramiento leve. 3 Fisura sellada de cualquier ancho rodeada de fisuramiento leve.	Una de las siguientes condiciones existe: 1 Cualquier fisura sellada o abierta rodeada de fisuramiento de mediana o alta severidad. 2 Una fisura de cualquier ancho con una severa rotura del pavimento a sus lados.
MEDICIÓN: <p>Las fisuras de reflexión se miden en pies o metros. La longitud y severidad de cada fisura debe registrarse separadamente.</p>		
CAUSAS COMUNES: <ul style="list-style-type: none"> - Generada por los movimientos de las juntas entre las placas de concreto rígido o de los bloques formados por las grietas existentes en este - La amplitud de los ciclos de apertura y cierre de las juntas, como consecuencia de variaciones térmicas y contenido de humedad en las losas. - El espesor de la capa asfáltica superficial o la existencia de otros elementos de refuerzo o retardares de la propagación de las grietas. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Sellado de fisuras con emulsión bituminosa o asfalto líquido.	Sellado de fisuras con mortero asfáltico (asfalto líquido o emulsión + arena). Parcheo menor.	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla asfáltica en frío o caliente. Reconstrucción de juntas.
		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Fisuras en bloque, descascaramientos, baches.		

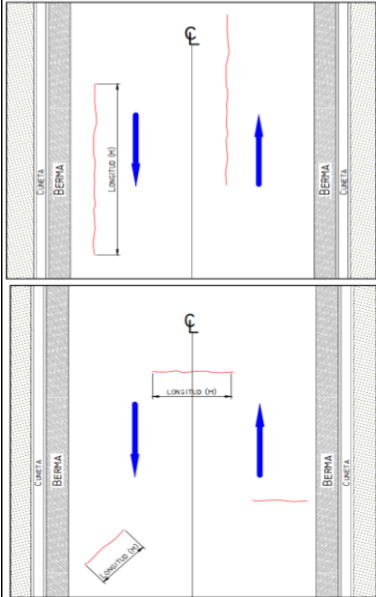
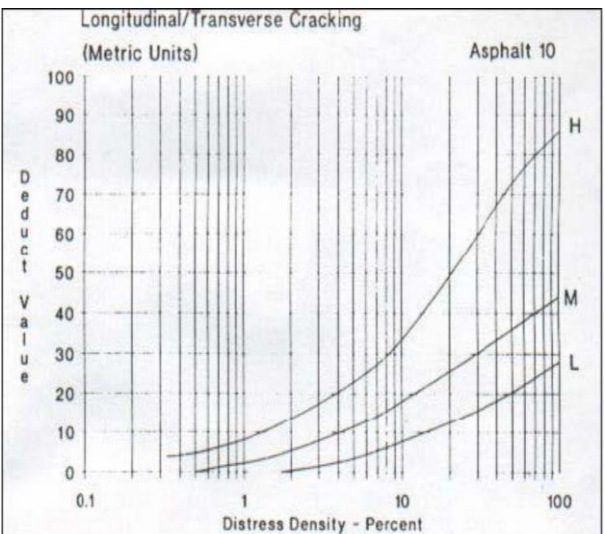
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.12. Falla 9 – Desnivel de Carril

FALLA N 9		
NOMBRE: Desnivel de Carril/ Espaldón (Lane/ Shoulder Drop Off)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>El desnivel de carril/ espaldón es una diferencia de elevación entre el borde del pavimento y el espaldón causada por erosión asentamiento o defectos constructivos.</p> <p>Este daño indica el incremento en la separación de la junta existente entre la calzada y la berma. Este daño permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento provocando su deterioro.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y el espaldón es de 25 a 50 mm.	La diferencia en elevación es de 50 a 100 mm.	La diferencia en elevación es mayor de 100 mm.
MEDICIÓN:		
El desnivel de carril/ espaldón se mide en pies o metros lineales.		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Relacionada con el movimiento de la berma debido a problemas de inestabilidad de los taludes adyacentes. - Ausencia de liga entre calzada y berma cuando se construye por separado. - Falta de confinamiento lateral. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Aplicar sellado de superficie con emulsión bituminosa o rejuvenecedora.	Sellado de fisuras con asfalto liquido o emulsión bituminosa + arena.	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla asfáltica en frío o caliente. Reconstrucción de juntas. Recapado con mezcla asfáltica en caliente (espesor variables/ transito)
		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento del deterioro, desprendimiento del borde.		

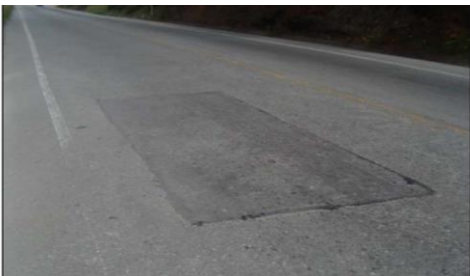
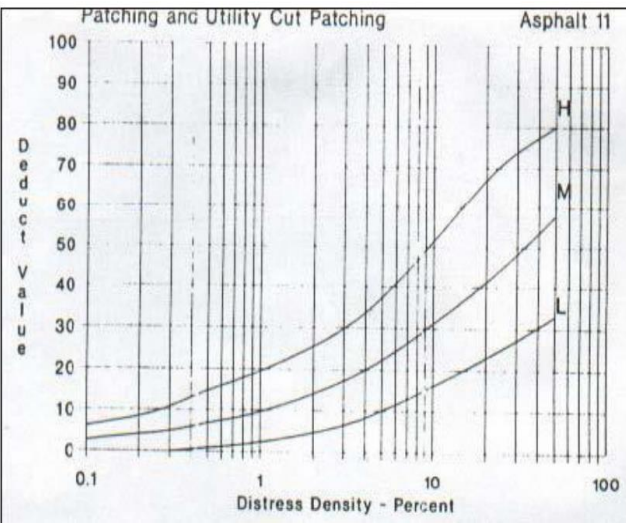
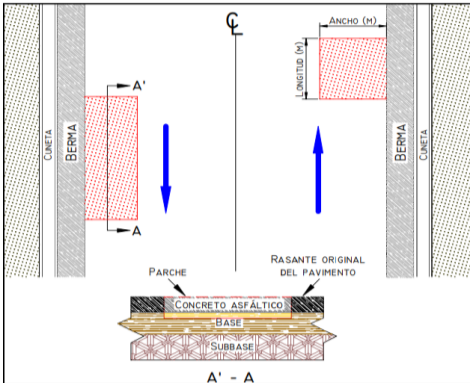
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.13. Falla 10 – Fisuramiento Longitudinal o Transversal

FALLA N 10		
NOMBRE: Fisuramiento Longitudinal o Transversal (Longitudinal and Transversal Cracking)		
DESCRIPCIÓN: Las fisuras longitudinales son paralelas al eje de la carretera y pueden originarse en: 1. Una deficiente junta constructiva 2. Contracción o endurecimiento del asfalto y/o ciclos térmicos. 3. Fisuramiento de reflexión de las sub-capas incluyendo pavimentos de hormigón, pero no de juntas. Las fisuras transversales se extienden a través de la superficie del pavimento perpendicularmente al eje de la calzada. Puede afectar todo el carril o ancho de la calzada como limitarse a los 0,60m próximos al borde. Pueden originarse en los causales 2 y 3 mencionados. Este tipo de fisura usualmente no está ligado a la aplicación de cargas sobre la estructura.		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
Una de las siguientes condiciones existe: 1. Fisuras abiertas cuyo ancho es menor que 10 mm. 2. Fisura sellada de cualquier ancho.	Una de las siguientes condiciones existe: 1. Fisuras cuyo ancho oscila entre 10 a 75 mm, puede presentarse como fisuras con patrones irregulares y descascamientos leves. 2. Fisura abierta de cualquier ancho hasta 75 mm, rodeada de fisuramiento leve. 3. Fisura sellada de cualquier ancho rodeada de fisuramiento leve.	Una de las siguientes condiciones existe: 1. Fisuras cuyo ancho es mayor que 75 mm, presenta patrones irregulares, descascamientos considerables. La fisura causa un fuerte balanceo o golpeo al vehículo, al circular sobre ella. 2. Cualquier fisura sellada o abierta rodeada de fisuramiento de mediana o alta severidad. 3. Fisura de cualquier ancho con una severa rotura del pavimento a sus lados.
MEDICIÓN: Las fisuras longitudinales se miden en metros lineales. Se identifica la longitud y severidad de cada fisura. Si existe un desnivel en la fisura se debe registrar como falla N° 4.		
CAUSAS COMUNES: - Riego de liga insuficiente o ausencia total. - Espesor insuficiente de la capa de rodadura. - Rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler, o al envejecimiento del - Reflexión de grietas de las capas inferiores, generadas e materiales estabilizados o por grietas o juntas existentes en - Zonas de transición entre corte y relleno.		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Aplicar sellado de superficie con emulsión bituminosa o rejuvenecedora.	Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena. Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).	Sellado de fisuras con mortero asfáltico: asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena. Recapado con mezcla asfáltica en caliente (espero variable al tránsito). Bacheo parcial (capa asfáltica).
		
		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento del deterioro, agrietamientos tipo piel de cocodrilo, desintegración alrededor de la fisura, baches, asentamientos, fisuras en bloques.		


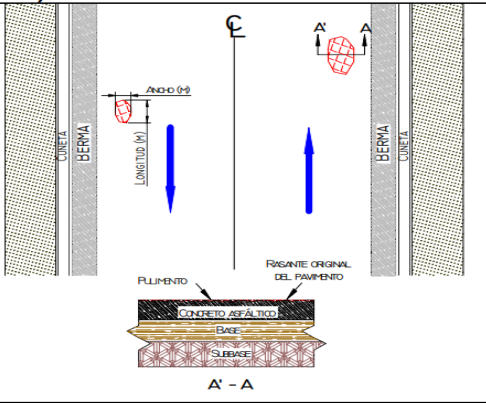
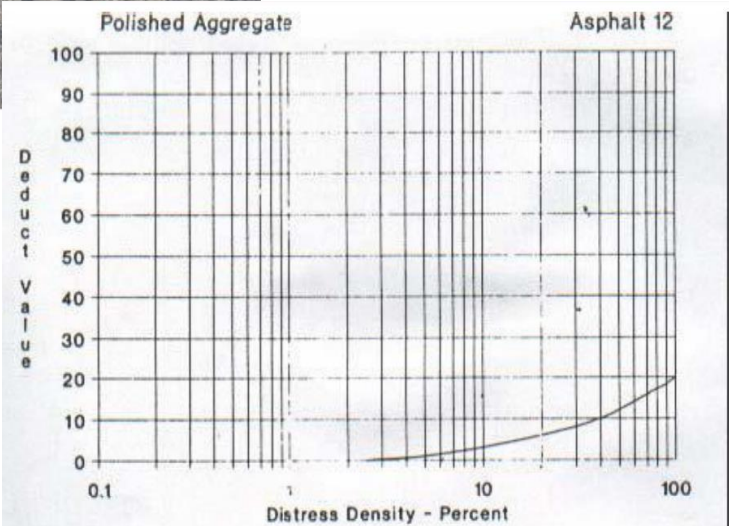
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.14. Falla 11 – Parche de corte de servicio

FALLA N 11		
NOMBRE: Parche de Corte de Servicio (Patching/ Utility Cut)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>Un parche es un área del pavimento que ha sido reemplazada por material nuevo para reparar el pavimento original. Un parche es considerado una falla independientemente de lo bien que haya sido ejecutado, ya que generalmente lleva asociada cierta rugosidad. Estas intervenciones se reportan como parches, por lo que se debe tener en cuenta lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo del espesor parcial o total de concreto asfáltico, esta se conoce como parcheo. - Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo parcial o total de granulares, esta se conoce como bacheo. 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
El parche está en buenas condiciones y la calidad de rodadura es de baja severidad o mejor.	El parche esta moderadamente deteriorado y la calidad de rodadura son de mediana severidad.	El parche está severamente deteriorado y la calidad de rodadura es de alta severidad. El parche debe ser reemplazado pronto.
MEDICIÓN:		
<p>El parche se mide en pies² o m² de área afectada. Sin embargo si un parche tiene diferentes partes con diferentes severidades, cada una debe ser registrada separadamente. Por ejemplo, un parche de 5 m² puede tener 2 m² de severidad baja, y así deber ser anotado. Cuando se considera un parche no se considera ninguna otra falla en la zona del parche, incluso si el parche esta fisurado o manifiesta desplazamientos.</p>		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Procesos constructivos deficientes. - Progresión del daño inicial por el cual debió realizarse el parcheo. - Deficiencias en las juntas. - Reparación de daños que han alcanzado niveles de severidad inaceptables. - Reparación de servicios públicos localizados bajo el pavimento. - Corrección de reparaciones defectuosas. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Ninguna acción.	Sellado de fisuras con asfalto líquido y arena. Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).	Bacheo parcial (capa asfáltica). Bacheo profundo, incluyendo reposición base granular.
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div>		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento del deterioro, rotura de la reparación dando lugar a un bache.		


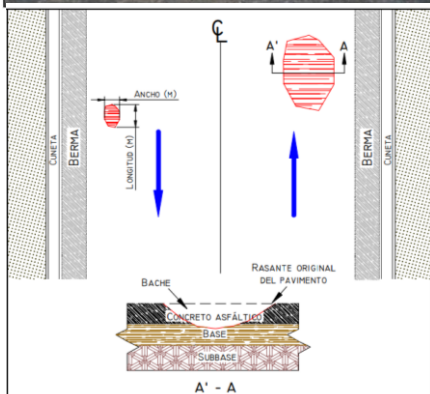
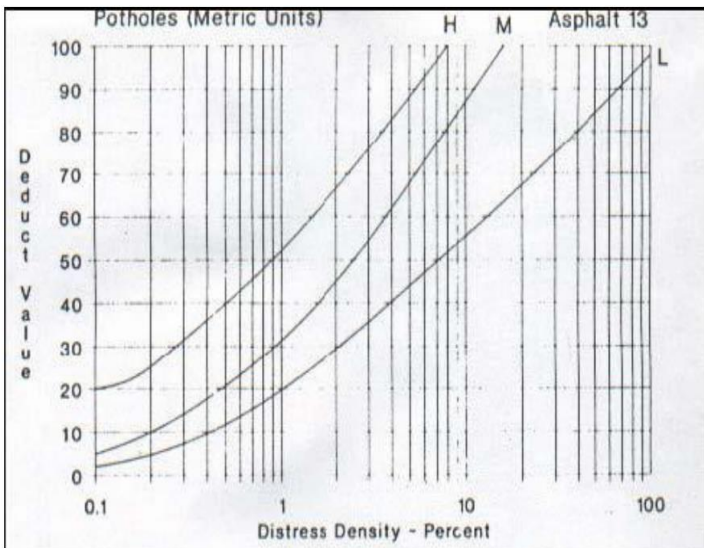
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.15. Falla 12 – Agregado Pulido

FALLA 12	
NOMBRE: Agregado Pulido (Polished Aggregate)	
DESCRIPCIÓN: <p>Esta falla es causada por las aplicaciones repetitivas del tráfico. Cuando el agregado superficial se torna liso al tacto, se reduce considerablemente la adhesión con las llantas.</p> <p>Cuando el área afectada es pequeña, la textura del pavimento no contribuye mayormente a reducir la velocidad, el agregado pulido debe considerarse cuando una inspección minuciosa revela que la superficie afectada es grande y lisa, y hay evidencia que la resistencia al frenado en condiciones húmedas ha decrecido considerablemente.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
No se definen niveles de severidad. Sin embargo el grado de pulido debe ser significativo para que esta falla sea considerada un defecto.	
MEDICIÓN:	
El agregado pulido se mide en pies ² o m ² . Si se ha contado exudación en la misma muestra, no debe contarse agregado pulido.	
CAUSAS COMUNES: <ul style="list-style-type: none"> - Agregados pétreos de naturaleza degradable. - Acción repetitiva de las cargas de tránsito. - Empleo de agregados pétreos de superficie inicialmente pulida en mezcla y tratamientos asfálticos. - Mezcla asfáltica de calidad pobre que favorecen la exposición de los agregados, en particular cuando se combina con alguno de los factores antes mencionados. - Radica en una baja resistencia o susceptibilidad de algunos agregados al pulimento (un ejemplo de esto son las calizas). 	
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN	
Tratamiento superficial asfáltico. Recapado delgado (concreto asfáltico)	
  	
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento del deterioro.	


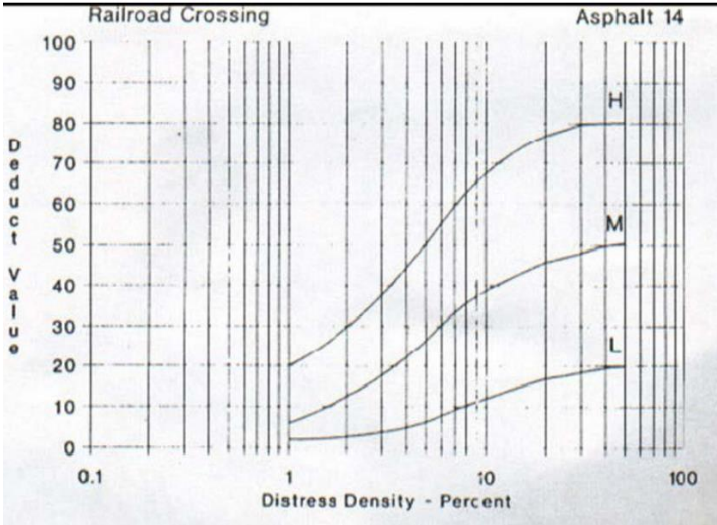
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.16. Falla 13 - Baches

FALLA 13			
NOMBRE: Baches (Potholes)			
DESCRIPCIÓN:			
<p>Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito.</p> <p>Los baches son pequeños huecos en la superficie de hasta 1 metro de diámetro. Generalmente tienen bordes agudos y lados verticales cerca de su parte superior. Su crecimiento es acelerado cuando se acumula agua en su interior.</p> <p>Los baches se producen por el efecto abrasivo del tráfico sobre la superficie. El pavimento se desintegra por la presencia de mezclas pobres, zonas de bajo soporte de la base o subbase, o porque el pavimento ha alcanzado una condición de fisuramiento "Piel de Cocodrilo" de alta severidad. Los baches son fallas estructurales que no deben confundirse con desmoronamientos o intemperismo (Falla 19).</p>			
NIVELES DE SEVERIDAD			
<p>Los niveles de severidad de los baches de menos de 1 metro de diámetro se basan en su diámetro como en su profundidad de acuerdo a la siguiente Tabla.</p>			
PROFUNDIDAD MAXIMA DEL BACHE	DIAMETRO PROMEDIO DEL BACHE		
	10 a 20 cm	> 20 y <=45 cm	>45 y <=76 cm
1.25 A 2.5 cm	B	B	M
2.5 a 5.0 cm	B	M	M
> 5.0 cm	M	M	A
MEDICIÓN:			
<p>Los baches se miden por unidad de la correspondiente severidad. Se mide en metros cuadrados de área afectada, registrando la mayor severidad existente.</p>			
CAUSAS COMUNES:			
<ul style="list-style-type: none">- Defectos constructivos (carencia de penetración de la imprimación en bases granulares)- Deficiencia de espesores de capas estructurales.- Puede producirse en zonas donde el pavimento o la subrasante son débiles.- Corrección de reparaciones defectuosa.			
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN			
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE	
No se hace nada. Parcheo parcial o profundo	Bacheo parcial o profundo	Bacheo profundo.	
<div><div></div><div></div></div> <div></div>			
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento del deterioro. Destrucción de la estructura.			

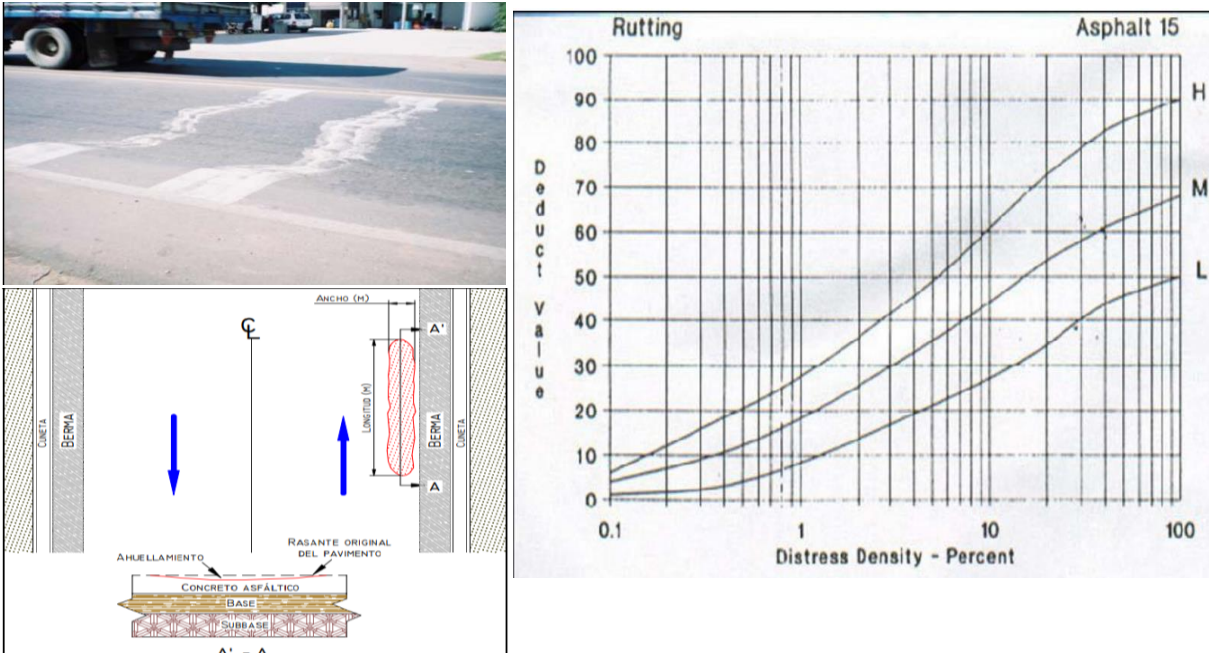
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.17. Falla 14 – Cruce de Ferrocarril

FALLA 14		
NOMBRE: Cruce de Ferrocarril (Railroad Crossing)		
DESCRIPCIÓN:		
Son los desniveles que se encuentran alrededor y entre las vías asociados con los cruces de ferrocarril, muchas veces acompañado de agrietamiento y pérdidas de la capa de rodadura. Adicionalmente la sección donde se encuentran las líneas de ferrocarril puede presentar defectos constructivos como depresiones y abultamientos.		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
El cruce causa una calidad de rodadura de severidad baja, en los bordes de la capa de rodadura cercana a las líneas férreas se observa un leve desportillamiento.	El cruce causa una calidad de rodadura de severidad mediana, se presentan desniveles leves alrededor entre las líneas férreas.	El cruce causa una calidad de rodadura de severidad alta, hay huecos alrededor y entre las líneas férreas, se puede producir hundimientos en la sección que contiene a las líneas del ferrocarril.
MEDICIÓN:		
El área del cruce se mide en pies ² o m ² . Si el cruce no afecta la calidad de rodadura no debe contarse. Cualquier otro desnivel causado por las vías debe considerarse como parte del cruce del ferrocarril.		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Defectos en la etapa de construcción (depresiones y abultamientos). - Desportillamiento de la carpeta asfáltica en las zonas que cruzan las líneas férreas provocadas por el paso de los vehículos a través de ellas y del paso de los ferrocarriles a lo largo de ellas. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Ninguna acción.	Parcheo superficial o parcial.	Parcheo superficial o parcial, profundo o reconstrucción.
 		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento del deterioro, baches, agrietamiento.		


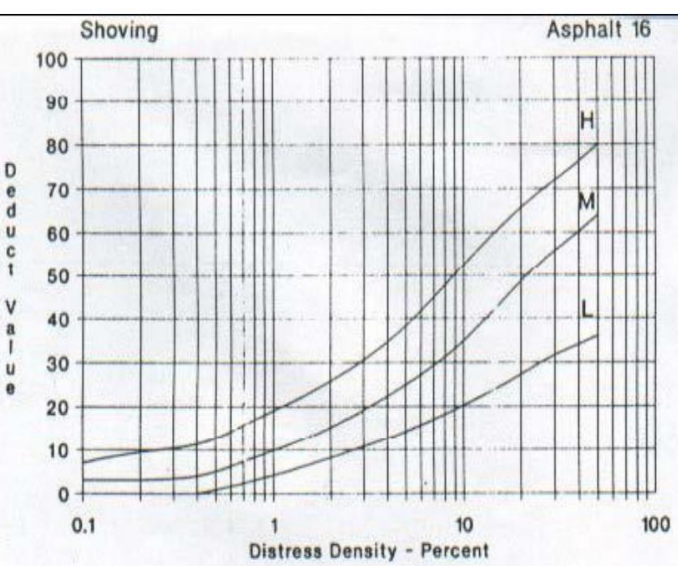
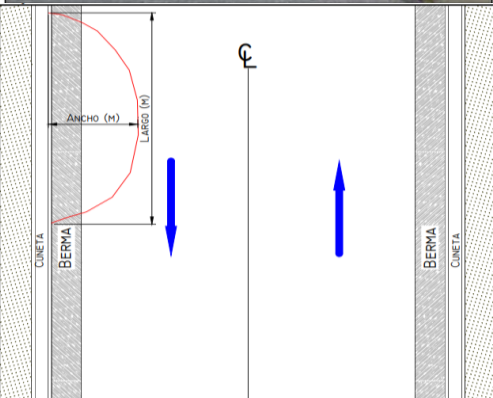
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.18. Falla 15 – Surco en Huella o Ahuellamiento

FALLA N 15		
NOMBRE: Surco en Huella o Ahuellamiento (Rutting).		
DESCRIPCIÓN: <p>El surco de huella es una descripción que se localiza en la huella del tráfico. En ciertos casos puede notarse una elevación del pavimento a lo largo de la depresión y en muchos casos, el surco solo es notorio después de una lluvia por la acumulación de agua.</p> <p>El surco se origina en el asentamiento de las capas del pavimento y la subrasante, ya sea por consolidación, deformación plástica o falla de corte.</p> <p>Esta falla es definitivamente causada por el tráfico vehicular, y en gran escala, puede resultar en una falla estructural mayor del pavimento.</p> <p>El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debido a la carga del tránsito.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
De 6 a 13 mm.	De 13 a 25 mm.	Mayor de 25 mm.
MEDICIÓN: <p>El surco de huella se mide en pies^2 o m^2 de área afectada con la severidad establecida de acuerdo a la profundidad promedio. La profundidad promedio del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad promedio.</p>		
CAUSAS COMUNES: <ul style="list-style-type: none"> - Insuficiente estabilidad de las mezclas asfálticas por inadecuada compactación o deficiente dosificación. - Insuficiente estabilidad de las capas del pavimento o de la subrasante (falla por corte, compresión) - Espesores de pavimento insuficientes. - Exagerando incremento en las cargas de tránsito. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJO O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Vigilar posible evolución, fresado y sobre capa.	Bacheo superficial nivelante o parcial capa asfáltica.	Bacheo parcial capa asfáltica o profundo. Perfilado en frío y reposición con recapado con mezcla en caliente.
		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento de la falla, fisuras longitudinales, fisuras piel de cocodrilo, baches. Puede provocar una falla estructural considerable del pavimento.		


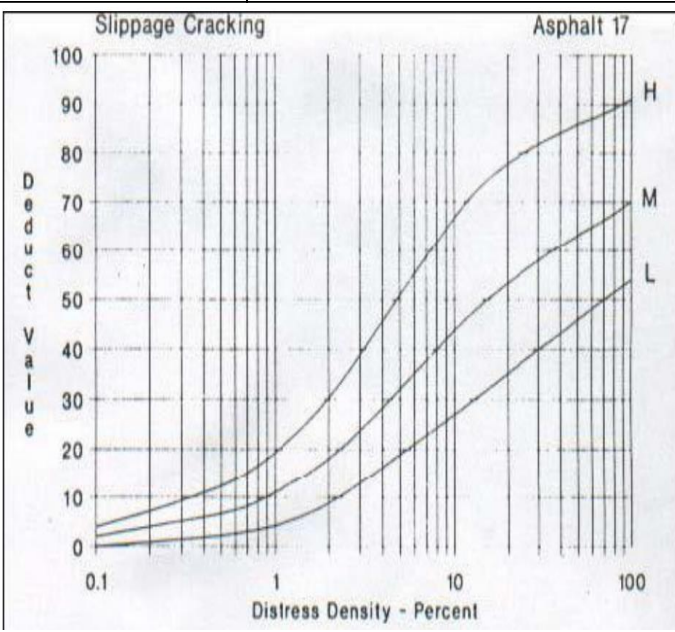
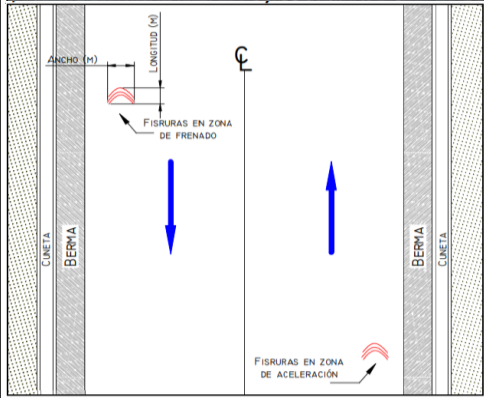
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.19. Falla 16 – Agrietamiento por Desplazamientos

FALLA N 16		
NOMBRE: Agrietamiento por Desplazamientos o Fisuras Parabólicas (Shoving)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>El desplazamiento es una deformación permanente, longitudinal, de un área localizada de la superficie del pavimento causada por las cargas del tráfico, que “empujan” el material de superficie produciendo una ondulación corta y abrupta. Esta falla ocurre normalmente solo en mezclas inestables de asfaltos líquidos (con diluidores como nafta, bencina o con emulsiones asfálticas).</p> <p>Estos desplazamientos también ocurren en transiciones entre pavimentos asfálticos y pavimentos rígidos, cuando el pavimento rígido se dilata y “empuja” el pavimento asfáltico produciéndose desplazamiento.</p> <p>Fisura en forma de media luna, producto del deslizamiento longitudinal de una porción de la capa de rodadura debido a la tracción de los vehículos cuando aceleran o frena.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
Desplazamiento que causa una calidad de rodadura de baja severidad.	Desplazamiento que causa una calidad de rodadura de mediana severidad.	Desplazamiento que causa una calidad de rodadura de alta severidad
MEDICIÓN:		
Los desplazamientos se miden en pies ² o m ² de área afectada. Los desplazamientos en zonas parchadas se consideran al establecer la falla “parche” con su apropiada severidad y no como falla aparte.		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla asfáltica de baja resistencia. - Espesor insuficiente de la carpeta asfáltica. - Falla lateral de talud en zonas de terraplén. - Falla del talud en zonas de corte a media ladera. - Ausencia o falla de obras de contención de la banca. - Consolidación de los rellenos que acompañan las obras de contención. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Sellado de fisuras.	Bacheo superficial nivelante o parcial capa asfáltica.	Bacheo parcial capa asfáltica o profundo.
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;">  </div>		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento de la falla, hundimientos, desprendimientos, abultamientos, piel de cocodrilo.		

FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.20. Falla 17 – Fisuramiento de Resbalamiento

FALLA N 17		
NOMBRE: Fisuramiento de Resbalamiento o deslizamiento de capas (Slippage Cracking)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>Las fisuras por resbalamiento ocurre usualmente cuando hay una mezcla de baja resistencia o una mala adherencia entre la capa de superficie y sub-capas. Se pueden generar ante el paso de tránsito muy pesado y muy lento, en zonas de frenado y acelerado de los vehículos.</p> <p>Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
El ancho promedio de la fisura es menor de 1cm (3/8").	Existe una de las siguientes condiciones: 1. El ancho promedio de la fisura esta entre 1.0 y 3.8 cm. (3/8" y 1 1/2"). 2. El área alrededor de la fisura evidencia piezas rotas pero firmes.	Existe una de las siguientes condiciones: 1. El ancho promedio de la fisura es mayor de 3.8 cm (1 1/2"). 2. El área alrededor de la fisura evidencia piezas rotas fácilmente removibles.
MEDICIÓN:		
El área asociada con la fisura de resbalamiento se mide en pies ² o m ² y es anotada con el máximo nivel de severidad en el área afectada.		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Espesores de carpeta muy bajos - Alto contenido de arena en la mezcla asfáltica - Exceso de ligante o presencia de polvo durante la ejecución del riego de liga. - Carencia de penetración de la imprimación en bases granulares. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Sellado de fisuras.	Bacheo superficial nivelante o parcial capa asfáltica.	Bacheo parcial capa asfáltica o profundo.
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div>		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento de la falla, hundimientos, baches, hundimientos, abultamientos.		

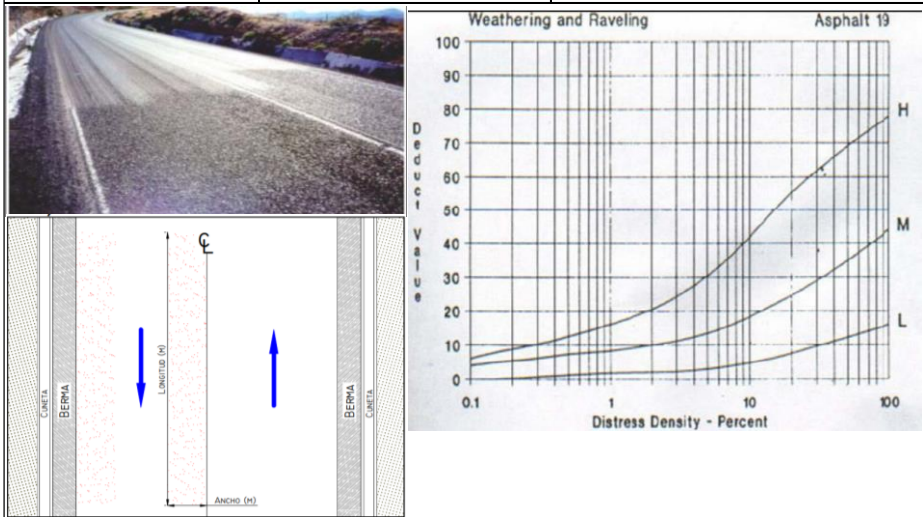
FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.21. Falla 18 - Hinchamiento

FALLA 18		
NOMBRE: Hinchamiento (Swell)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>El hinchamiento se caracteriza por un abultamiento o ascenso vertical en la superficie del pavimento, una ondulación larga y gradual de más de 3m de longitud, que distorsiona el perfil de la vía. En ambos casos puede ser acompañado de agrietamientos.</p> <p>El hinchamiento puede estar acompañado de fisuramiento superficial y es usualmente causado por la acción de un suelo expansivo.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
El hinchamiento causa una calidad de rodadura de baja severidad. Los hinchamientos de este nivel son apenas perceptibles a velocidad normal.	El hinchamiento causa una calidad de rodadura mediana severidad.	El hinchamiento causa una calidad de rodadura de alta severidad.
MEDICIÓN:		
El hinchamiento se mide en pies^2 o m^2 de área afectada.		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Cambios Volumétricos en fundaciones arcillosas altamente expansivas. - Deficiente tratamiento de suelos arcillosos, potencialmente expansivos, durante la construcción y compactación de terraplenes y fundiciones. - Contaminación de los materiales que conforman las capas del pavimento. - Mala calidad del asfalto. - Deslizamiento de la capa de rodadura sobre la capa inferior por exceso de riego. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Ninguna acción.	Perfilado en frío + tratamiento superficial, bacheo profundo.	Bacheo profundo; incluida reposición de base granular. Bacheo profundo + recapado con mezcla asfáltica en caliente. Mejoramiento del sistema de drenaje superficial o profundo.
		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento de la falla, fisuramiento, desprendimientos, exudación, ahuecamiento.		

FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Tabla 3.22. Falla 19 – Desmoronamiento/ Intemperismo

FALLA 19		
NOMBRE: Desmoronamiento / intemperismo "desgaste superficial" (Weathering / Ravelling)		
DESCRIPCIÓN:		
<p>El desmoronamiento e intemperismo representan el desgaste de la superficie por pérdida de ligante asfáltico y la disgregación de las partículas pétreas. Estas fallas indican que, o el asfalto se ha endurecido considerablemente o que la mezcla asfáltica es de baja calidad. El ablandamiento de la superficie y la disgregación de los agregados causados por el derramamiento de aceites y petróleos se incluyen también en esta falla.</p> <p>Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Este daño provoca aceleración del deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y del tránsito.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
BAJA	MEDIA	ALTA
El agregado o el ligante asfáltico han comenzado a desgastarse. La superficie esta manchada de aceite aunque esta dura e impenetrable con una moneda	El agregado o el ligante asfáltico se han desgastado, dejando expuesto al agregado grueso. El pavimento esta moderadamente rugosa o picada, superficie esta manchada de aceite, el pavimento está blando y puede penetrarse con una moneda.	El agregado o el ligante asfáltico están considerablemente desgastados, incluye la remoción del material grueso. La superficie está muy rugosa e irregular. Las áreas son menores de 10cm en diámetro y 13 mm de profundidad. En caso de manchas, el ligante asfáltico ha perdido sus cualidades y el agregado está prácticamente suelto.
MEDICIÓN:		
El desmoronamiento / intemperismo se mide en pies ² o m ² de área afectada.		
CAUSAS COMUNES:		
<ul style="list-style-type: none"> - Es un deterioro natural del pavimento, aunque puede estar asociado a un endurecimiento significativo del asfalto. - Falta de adherencia del asfalto con los agregados - Fractura de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas durante la compactación - Deficiente dosificación de asfalto en la mezcla - Acción intensa del agua u otros agentes abrasivos además del tránsito. - Uso de agregados con tamaños inadecuados y distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas. - Segregación de los agregados durante su manejo en obra. 		
FRONTERA Y TIPO DE INTERVENCIÓN		
BAJA O LIGERO	MEDIA	ALTA O FUERTE
Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora.	Sellado de la superficie afectada con material bituminoso o lechada asfáltica.	Bacheo o sellado superficial; mezcla asfáltica en frío o caliente. Recapado delgado con mezcla asfáltica en caliente.
		
EVOLUCIÓN PROBABLE: Aumento de la pérdida de agregado, baches superficiales hasta llegar a la completa		

FUENTE: (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS, 2006)

Capítulo 4

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

4.1. SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS

Para poder emitir un correcto criterio acerca de la condición actual de un pavimento se debe realizar una evaluación adecuada. GARBBER & HOEL (2005) afirman que para poder evaluar correctamente un pavimento se deben estudiar 4 características:

- Serviciabilidad, facilidad para el rodamiento.
- Daños al pavimento, estado de la superficie.
- Falla estructural, deflexión del pavimento.
- Resistencia al deslizamiento.

Una vez obtenidas dichas características se puede emitir una evaluación más precisa, lo que conllevará a una selección de rehabilitación adecuada.

Se afirma que hay dificultad para medir la calidad del pavimento de una vía porque su evaluación depende de dos condiciones, la estructural y la funcional. DE SOLMINIHAC (2001)

La AASHO en busca de brindar un mejor servicio a las vías en los Estados Unidos, trataron de llegar a una medición de esta Serviciabilidad. Los investigadores Carey e Irick (1960), propusieron un procedimiento y suposiciones para medir la Serviciabilidad de un pavimento en su estudio para la AASHO en 1959, entre las cuales tenemos:

- El confort es un aspecto subjetivo de cada usuario.
- El promedio de la evaluación de los usuarios puede dar un valor de Serviciabilidad, de aquí se origina el Present Serviciability Rating (PSR).

- Las características físicas del pavimento pueden medirse objetivamente y se las relaciona con evaluaciones objetivas. Esto da lugar al Present Serviceability Index (PSI).
- El comportamiento del pavimento puede ser representado por la historia de la Serviciabilidad de dicho pavimento.

4.1.1. CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD DE PRESENTE (PSR)

El PSR se originó por la búsqueda de un valor para medir la Serviciabilidad, que es la percepción que tienen los usuarios del servicio que brinda un pavimento. La metodología que utiliza, es la selección aleatoria de usuarios que conforman un panel evaluador, cada usuario al transitar por la vía expresa su opinión propia y subjetiva acerca de la calidad de la capa de rodado.

En esta encuesta el usuario califica del 0 al 5 al pavimento, teniendo como parámetro 5 muy bueno y 0 muy malo. Además, califica la aceptabilidad del pavimento, en la figura 4.1, tomado del libro de Solminihaq, se aprecia el formulario de calificación AASHO y en la tabla 4.1, la escala de calificación de Serviciabilidad según AASHO.

Figura 4.1. Formulario Calificación AASHO

5	MUY BUENO	EVALUACION: _____
4	BUENO	CARRETERA: _____
3	REGULAR	SECCION No.: _____
2	MALO	FECHA: _____
1	MUY MALO	
0		

¿ Es el Pavimento de Calidad Aceptable?

SI _____ ☐

NO _____ ☐

INDECISO _____ ☐

OBSERVACIONES: _____

FUENTE: (SOLMINIHAC T., 2001)

Tabla 4.1. Escala de Calificación de Serviabilidad ASSHO

Calificación		Descripción
Numérica	Verbal	
5	Muy Buena	Sólo los pavimentos nuevos o casi nuevos son lo suficientemente suaves y sin deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasificarían como muy buenos
4	Buena	Los pavimentos de esta categoría no son tan suaves como los "Muy Buenos" pero entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco signo de deterioro superficial. En pavimentos flexibles pueden comenzar a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria.
3	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos, y puede presentar problemas para altas velocidades. Los defectos superficiales pueden incluir parches ahuellamiento y agrietamiento.
2	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito. Pueden tener grandes Baches y grietas profundas. Incluye pérdida de áridos, agrietamiento Y ahuellamiento y ocurre en un 50% o más de la superficie.
1	Muy Mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de Extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades Reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen Grandes baches y grietas profundas.

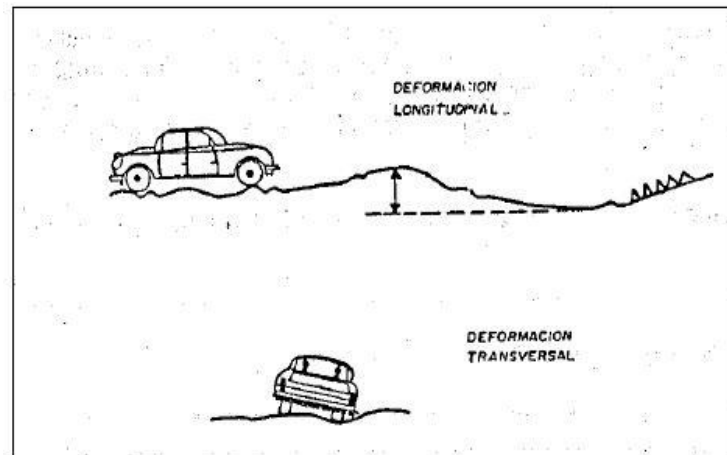
FUENTE: (SOLMINIHAC T., 2001)

Cada evaluación personal se la denomina IPSR (Individual Present Serviability Rating), y al promedio de las IPSR se las llama PSR (Present Serviability Rating). De esta manera se obtuvo una calificación para el servicio brindado por un pavimento.

4.1.2. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)

El Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) fue creado en 1957 por la AASHO Road Test para poder evaluar las vías y como estaba el deterioro de cada una de ellas.

Figura 4.2. Índice de Serviciabilidat Presente PSI



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

La AASHO al darse cuenta de los valores del PSR y al revisar los pavimentos de las vías, determinó que lo que afectaba la calificación del IPSR eran las deformaciones del perfil longitudinal, las irregularidades producidas por los parches y baches, las fisuras y el ahuellamiento en el pavimento.

En busca de un valor más exacto de la Serviciabilidad, la AASHO Road Test desarrolló un perfilómetro llamado CHLOE para poder medir las variaciones del perfil longitudinal que estaban dadas por la irregularidad superficial del pavimento. Este perfilómetro figura 4.3, es remolcado por un vehículo a una velocidad de 8 km/h y mide la irregularidad del pavimento mediante el cambio del ángulo entre dos líneas de referencia.

Figura 4.3. Perfilómetro CHLOE



FUENTE: (HURTADO ARIAS, 2016)

La AASHO presentó una ecuación, que se llevó a cabo mediante un análisis de regresión estadístico, la cual relaciona el PSR de las encuestas realizadas con los deterioros medidos. De esta ecuación se obtiene el PSI y está dado por:

Ecuación 4.1. PSI (Perfilómetro CHLOE)

$$PSI = 5,03 - 1,91 * \text{Log}(1 + SV) - 1,38 * RD^2 - 0,01 * \sqrt{C + P}$$

Donde el valor de SV es la varianza de la pendiente longitudinal dada por la medición del perfilómetro CHLOE, y es el parámetro que representa la rugosidad de la sección del pavimento. Además, este SV es el valor que más incide en el valor de PSI. El ahuellamiento está dado por RD, así como la superficie agrietada y bacheada está dada por C y P respectivamente.

De esta manera se cambia de la calificación de Serviciabilidad dada en un principio por los usuarios, al deterioro físico de un pavimento. Esto se logra gracias a la relación cuantitativa entre la calificación subjetiva de los usuarios y los parámetros que miden el deterioro físico del pavimento.

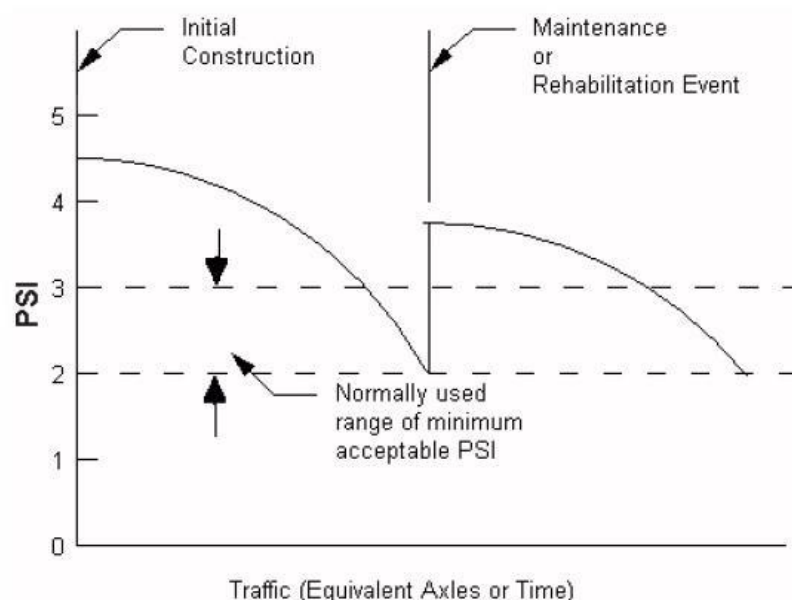
En la figura 4.4, se puede apreciar la curva de la degradación de la Serviciabilidad del pavimento en función del tiempo, la cual es una curva parabólica, donde se presentan valores entre 4 y 5 de la calificación PSI una vez terminada su construcción. Además, se establece como pavimento aceptable con valores entre 2 y 3 de la calificación PSI.

Una vez que el pavimento de una vía tiene calificación entre 2 y 3 PSI, es necesario que se realice un mantenimiento, previo a un estudio, para mejorar su PSI y que la vida útil del pavimento se alargue.

En la figura 5.5, observamos el ciclo de vida de un pavimento, en la cual cuando un pavimento se encuentra entre condición regular y mala, entre 2 y 3 de PSI, la pendiente de la curva cae notablemente, ocasionando que el pavimento se degrade más rápido.

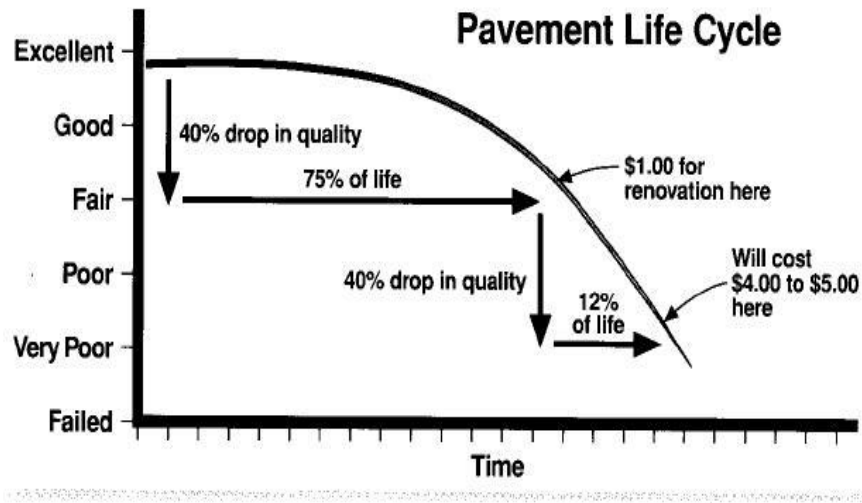
Los pavimentos construidos en condiciones adecuadas, la calidad baja en un 40% cuando ha transcurrido el 75% de la vida de servicio del mismo, por esta razón es adecuado realizar el mantenimiento adecuado en este período.

Figura 4.4. Curva de comportamiento de un Pavimento



Fuente: <http://www.pavementinteractive.org/article/present-serviceability-index/>

Figura 4.5. Ciclo de Vida de un Pavimento



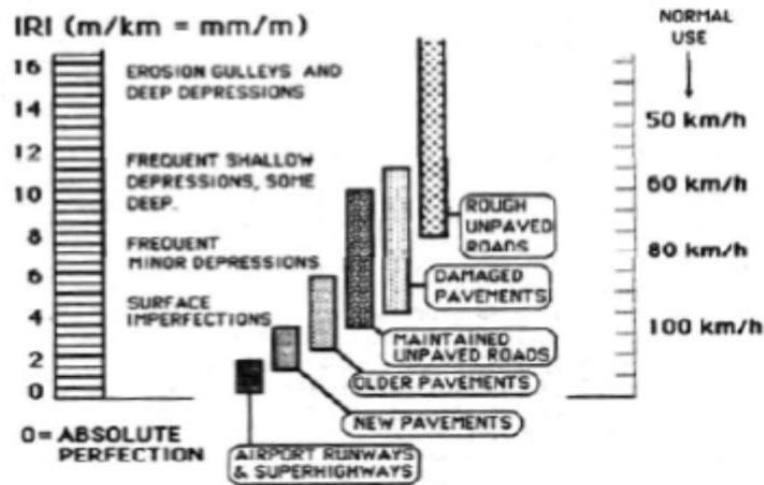
Tomado de: https://engineering.purdue.edu/~ce361/LECTURE/Lrigid_pms.html

4.1.3. ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

El Índice de Regularidad Internacional es un indicador de la regularidad superficial de un pavimento, y se lo define como la sumatoria de los desvíos acumulados de la superficie en relación al plano deseable.

El Índice de Regularidad Internacional fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 debido al interés de los técnicos de diferentes países del mundo en busca de un índice único que represente las percepciones de los usuarios al transitar sobre una vía, y tiene sus orígenes en el programa NCHRP.

Figura 4.6. Escala de Clasificación del IRI



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

Este índice se lo denomina también como parámetro de la rugosidad, sin embargo; si buscamos la traducción de la palabra “roughness” sería aspereza, y la aspereza de una vía está dada por la regularidad de dicha vía, no por la rugosidad.

El perfil real de una carretera recién construida tiene un estado cero, por lo tanto, un IRI inicial mayor o igual a 0, es decir que mientras mejor sea la regularidad de un pavimento, tendrá un valor inferior de IRI.

4.1.3.1. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE IRI

Se divide en 2 grupos la medición del IRI mediante métodos perfilométricos. Las cuales se obtienen a partir del perfil longitudinal del camino. Los equipos de medición deben de seguir la huella que dejan las ruedas de los vehículos en un determinado carril.

- Equipos de medición estáticos

La mira y nivel es el método más conocido para medir perfiles, estos equipos topográficos son de gran exactitud y es de bajo costo; sin embargo, requiere de muchas horas y es recomendado para distancias muy cortas.

Perfilómetro de barra del TRRL realiza las mediciones en intervalos de 100mm sobre dos huellas de rodadura de 320 m de longitud y fue creado para ser utilizado en los países desarrollados ya que es portátil, sólido y totalmente integrado.

Figura 4.7. Perfilómetro



Fuente: (GONZALES MINAYA, 2001)

Face Dipstick es un acelerómetro sobre una estructura la cual permite el movimiento del equipo a lo largo de la huella de los vehículos. Posee un microcomputador que permite calcular resúmenes estadísticos de rugosidad.

Merlín consiste en una estructura metálica con una rueda y unos apoyos, uno de ellos mide las desviaciones del perfil al momento de que rueda complete una vuelta, y la registra en un tablero integrado.

- **Equipos de medición dinámicos**

Perfilógrafos consisten en un conjunto de patines con una rueda al centro que posee movimiento vertical, el cual se registra en una plantilla. A pesar de tener un bajo costo y operación simple, es de baja velocidad de operación.

Perfilómetro inercial APL tiene la ventaja de realizar evaluaciones continuas a gran velocidad debido al remolque especial con una rueda, un chasis con lastre y un péndulo inercial.

Perfilómetros inerciales consiste en un vehículo con instrumentos que mide los perfiles al transitar por la huella ocasionada por los vehículos. Es de gran velocidad de medición.

4.1.3.2. MODELO DEL CUARTO DE CARRO

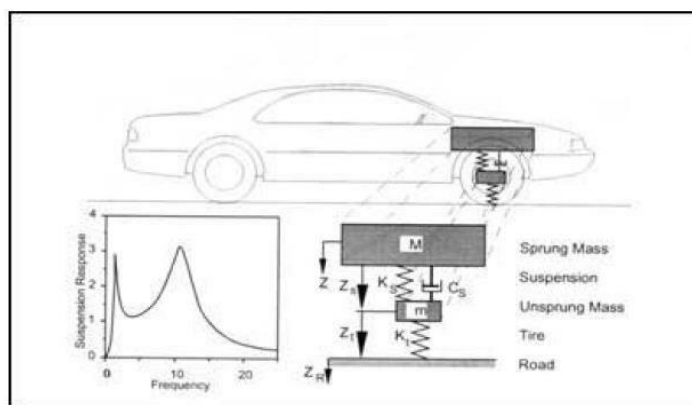
El modelo de Cuarto de Carro fue creado para establecer una correlación con los sistemas de medición del tipo respuesta y así poder filtrar el perfil longitudinal para calcular el IRI.

Este modelo se encuentra en el algoritmo para el cálculo del IRI y simula la suspensión acumulada por un vehículo al transitar por una determinada longitud del perfil de carretera a 80 km/h.

En la figura 4.8, se puede apreciar dicho modelo, además al avanzar por una vía a una velocidad constante por una superficie irregular, este movimiento produce desplazamientos y queda regido por la primera ley de Newton.

El movimiento vertical acumulado de la masa superior es lo que se conoce como IRI y esto se debe a la combinación de las constantes de rigidez con el movimiento vertical de las masas.

Figura 4.8. Modelo del Cuarto de Carro



Tomado de: <http://www.mountainplains.org/pubs/html/mpc-02-130/pg2.php>

4.1.4. RELACIÓN ENTRE PSI E IRI

Una vez obtenido el índice de regularidad internacional, los investigadores en busca de obtener un valor de Serviciabilidad (PSI) actual, decidieron correlacionar al IRI con el PSI. El modelo empleado por el HDM III, creado en 1987 por Paterson, se dedujo en sitios como Brasil, Texas, Sudáfrica y Pennsylvania y se obtuvo la siguiente ecuación para correlacionar los valores de IRI y PSI:

Ecuación 4.2. Relación entre PSI e IRI

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5,5}}}$$

El modelo desarrollado por Al Omari y Darter en 1994 fue tomado de resultados en estados de Estados Unidos como Louisiana, Michigan, New Jersey, New México, Ohio e Indiana. Los investigadores propusieron la siguiente ecuación:

Ecuación 4.3. Relación entre PSI e IRI

$$PSI = 5 * e^{(-0,261*IRI)}$$

Como la rugosidad es el factor que más afecta la Serviciabilidad en las ecuaciones originales de la AASHO Road Test, los investigadores Dujisin y Arroyo propusieron la siguiente ecuación:

Ecuación 4.4. Relación entre PSI e IRI

$$PSI = 5,85 - 1,68 * IRI^{(0,5)}$$

Estudios realizados demuestran que al utilizar estas ecuaciones para correlacionar el IRI con el PSI, para los valores de Serviciabilidad inicial de 4,2 de diseño por el método AASHTO 93 se obtiene IRI entre 0,7 y 1,4; es decir, que para una correcta elección del factor pi de 4,2 el pavimento al momento de ser entregado debe tener un IRI entre 0,7 y 1,4. En el Ecuador lo anterior mencionado no ocurre ya que las vías son entregadas con valores de IRI de 2 o mayor, lo que pone en duda la elección del factor de 4,2.

La Serviciabilidad final que aconseja el método AASHTO para pavimentos flexibles es de 2,5, y al utilizar estas correlaciones se obtiene valores de IRI entre 3,4 y 2,6. Estos valores de IRI son considerados como aceptables, por tal motivo los diseños pueden estar sub o sobre dimensionados.

4.2. EVALUACIÓN FUNCIONAL – DAÑOS AL PAVIMENTO

La capa de rodadura por efectos del tránsito y del clima sufre alteraciones, lo que origina a fallas, en pavimentos flexibles existen 19 tipos de fallas que se pueden presentar, las cuales se encuentran mencionadas anteriormente y debe ser muy importante el poder identificarlas para analizar su severidad y su posible corrección.

Estas fallas generan congestión e inseguridad en el viaje y los usuarios, por esta razón deben de ser motivo de estudio, es decir, conocer sus causas y consecuencias, así como también método de medición.

Se afirma que los deterioros en los pavimentos afectan a la seguridad, confort del usuario, además elevan los costos de operación de los vehículos.

Existen varios métodos para la medición del deterioro superficial de pavimentos, ya sea métodos visuales o métodos empleando equipos, pueden variar dependiendo del país o región en que se aplique.

4.2.1. MÉTODOS EMPLEANDO EQUIPOS DE MEDICIÓN DE DETERIORO SUPERFICIAL

Existen varios equipos para medición del deterioro superficial entre ellos tenemos el PASCO ROADRECON, el cual produce una grabación del pavimento y toma medida de la rugosidad. Su alcance es de 5 m de ancho con velocidad máxima de 80 km/h.

El sistema GERPHO archiva las imágenes del pavimento en una película de 35 mm. Es muy usado en países europeos y al igual que el PASCO se puede captar imágenes por la noche.

El Tester Laser (RST) usa tecnología Láser para medir las profundidades de las grietas y profundidad de rodadura de neumático. Posee la ventaja de medir el perfil longitudinal, macrotextura y distancia recorrida.

4.2.2. MÉTODOS VISUALES DE MEDICIÓN DE DETERIORO SUPERFICIAL

El método SHRP (Strategic Highway Research Program), del tipo visual, consta de dos partes, el primero es el llenado del croquis de la sección a estudiar, el cual nos da una percepción clara de lo que está sucediendo en ese tramo. La segunda parte es la ficha de resumen en la cual se presentan los datos recogidos de manera simplificada.

A pesar de todos estos métodos nombrados, existe el método propuesto por Shahin, SHAHIN (2005), el cual fue realizado en 1975 para el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos

Shahin creó el programa PAVER, dicho programa se basa en el PCI (Pavement Condition Index) que se encuentra en una escala del 0 al 100 en el cual mientras mayor sea el índice, el pavimento se encuentra en mejor estado.

Pasar los datos hechos en campo y calcular el PCI de manera manual es muy tedioso para grandes números de unidades, ya que demanda mucho tiempo. El PAVER simplifica esto ya que, al momento de ingresar la información, el programa automáticamente calcula el PCI de cada unidad.

SHAHIN (2005) Shahin aclara que este programa puede determinar el porcentaje del valor de PCI deducible de las mediciones hechas en campo. Además, se deduce en forma de curva los valores de las mediciones.

La fase más importante del PAVER es la que incluye la recopilación de datos y su actualización, de ésta fase dependerá la exactitud de los resultados a ser obtenidos de su procesamiento y las estrategias de mantenimiento y rehabilitación a adoptar a corto y largo plazo.

El sistema PAVER se resume en lo siguiente:

- Para una determinada red vial, se identifican los tramos y secciones que serán de estudio.
- Cada pavimento tiene un número de fallas posible.
- Cada falla tiene su grado de severidad y magnitud.

El PCI está basado en las observaciones de las fallas del pavimento, su severidad y la cantidad de ellas deben estar definidas. Este índice es utilizado para evaluar pavimentos de cualquier tipo, ya sea aeropuertos, parqueaderos, vías.

Actualmente el PCI es el método o índice más utilizado, aunque demande tiempo y personal calificado que son los que medirán las fallas en la vía.

4.2.2.1. RELACIÓN ENTRE LA RUGOSIDAD (IRI) Y EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Para relacionar la condición del pavimento con la rugosidad se emplearon datos de estudios de la región Atlántico Norte de Estados Unidos. Esta información corresponde a una base de datos organizada desde 1983 y que se registra para Estados Unidos y parte de Canadá. (Sachún Quispe , 2016)

En la siguiente expresión se observa la relación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), con el Índice de Condición de Pavimento (PCI).

Ecuación 4.5. Relación entre PSI e IRI

$$PCI = K1 * IRI^{K2}$$

Dónde: K1= 100; K2= -0,436

4.3. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL - FALLAS ESTRUCTURALES

La evaluación estructural del pavimento existente tiene como objetivo el análisis y estimación del valor estructural remanente, adicionalmente esta evaluación debe proporcionar la información necesaria para la investigación de las causas que originaron la falla del pavimento a rehabilitar, es decir, debe aportar los elementos de juicio necesarios para el diagnóstico de las fallas observadas con la finalidad de definir las acciones de mantenimiento y/o rehabilitación.

La evaluación estructural de un pavimento existente enfoca los siguientes trabajos:

- Evaluación superficial de la condición del pavimento.
- Evaluación del sistema de drenaje.
- Determinación de espesores y tipos de materiales constituyentes de la estructura de pavimento.
- Medición de deflexiones superficiales del pavimento.

Evaluación superficial, debe considerar las fallas presentes en el pavimento de tal manera de valorarlas, tanto en magnitud como en severidad, para así tener un indicativo referencial de su condición. Para ello se dispone de la Evaluación Funcional del Pavimento mediante la determinación del Índice de condición del Pavimento (PCI). Esta información se debe complementar, en especial con la medición de deflexiones, con la finalidad de establecer posibles correlaciones entre la condición superficial del pavimento y su deflexión superficial.

Evaluación del sistema de drenaje, comprende un trabajo fundamental, en vista que la capacidad o aptitud de la estructura de pavimento para eliminar rápida y

eficientemente las aguas superficiales es imprescindible para mantener su integridad, lo cual sólo puede lograrse con un adecuado sistema de drenaje.

El estudio de suelos y capas del pavimento existente, permitirá poseer información objetiva sobre la condición, espesor y tipos de materiales que conforman la estructura del pavimento, de tal manera de reconstruir su historia y modelar el comportamiento desde su apertura al tráfico. Este aspecto es vital en todo análisis estructural de pavimento con la finalidad de valorar su estructura e incorporarla dentro la rehabilitación del mismo.

La medición de deflexiones superficiales del pavimento, obtendremos diferentes parámetros que permitan correlacionar la condición superficial del pavimento con alguna respuesta de la estructura ante la aplicación de una carga. Para ello existen distintos equipos de medición, tales como:

- Viga Benkelman, la cual es un equipo de medición cuasi-estática
- Equipo de medición dinámica como el Falling Weight Deflectometer (FWD).

4.3.1. DEFLEXIONES EN PAVIMENTOS

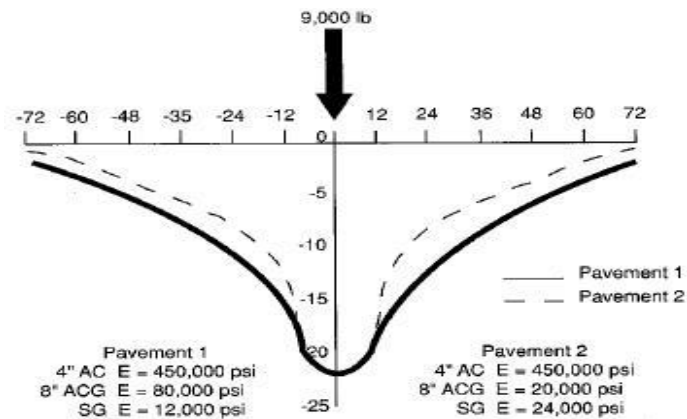
La deflexión en los pavimentos es la deformación vertical bajo el punto de aplicación de la carga. En definitiva, la deflexión es la integración matemática de las deformaciones verticales con la profundidad.

Dependiendo de la estructura de pavimento considerada, la subrasante contribuye entre un 70 a 95% de la deflexión medida en la superficie del pavimento. Por esta razón se puede afirmar que la mayor deflexión en los pavimentos es causada por la compresión elástica de la subrasante.

Este es un aspecto determinante en el desarrollo de distintas metodologías para caracterizar las propiedades elásticas de los suelos de la fundación del pavimento en base a la medición de deflexiones. Entre las principales propiedades elásticas de la subrasante se encuentra el Módulo Resiliente, el cual corresponde al principal parámetro a determinar por diferentes modelos de cálculo.

Por otra parte, se debe considerar que la magnitud de la deformación en un material considerado en cualquier punto de la estructura de pavimento está directamente relacionada con el estado triaxial de esfuerzos, por lo que para las mismas condiciones cuando decrecen los esfuerzos verticales en la subrasante, la deflexión también decrece. Esto significa que al incrementar los espesores de las capas o incrementar su rigidez, la deflexión decrece.

Figura 4.10. Esquema del Cuenco de Deflexión de Pavimento



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

Considerando los aspectos discutidos, la medición de deflexiones superficiales del pavimento corresponde a uno de los principales parámetros a determinar en cualquier evaluación estructural de un pavimento.

4.3.2. MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON LA VIGA BENKELMAN

La Viga Benkelman es probablemente el más popular y económico equipo de medición de deflexiones superficiales del pavimento y el mismo permite medir el rebote de la deflexión estática de un pavimento asfáltico bajo la aplicación de una carga. Funciona según el principio de palanca: los dos brazos de la viga rotan alrededor de un eje horizontal, de manera tal que cualquier movimiento del extremo de la viga en contacto con el pavimento, produce un movimiento proporcional en el extremo opuesto, el cual es registrado por un dial extensómetro.

La carga de medición es de 18000 libras y la proporciona un camión con un eje trasero simple, llantas dobles y presión de inflado entre 80 y 90 lb/pulg².

Existen distintos tipos de Vigas Benkelman para realizar mediciones de deflexiones de pavimentos. Las más comunes son:

- **Viga Simple:** Corresponde a la viga que cuenta con un solo palpador o brazo de medición y por ende un solo dial extensómetro para la medición de la máxima deflexión (D0).
- **Viga Múltiple:** Corresponde a la viga que cuenta con más de un brazo palpador articulado en una misma base de referencia y por ende más de un dial extensómetro para la medición de la máxima deflexión (D0) y subsecuentes deflexiones alejadas una distancia “r” del punto de máxima carga “0”. El caso más común corresponde a la Viga Doble que cuenta con dos brazos de medición. Este tipo de medición también es posible realizarlo utilizando varias Vigas Benkelman Simples simultáneamente.

Como se describe en la figura 4.11, un extremo de la viga es colocado entre las ruedas traseras de un vehículo cargado con aproximadamente 8.200 Kg. y el otro extremo se encuentra fijo sobre el pavimento, en el momento en que el vehículo cargado avanza, el pavimento se recupera y el extensómetro colocado en la zona central de la viga mide dicha recuperación.

Figura 4.11. Viga Benkelman



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

4.3.3. MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (FWD)

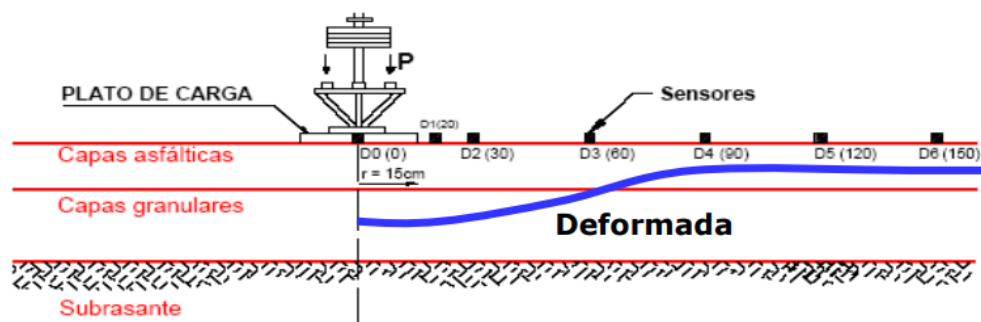
El FWD es un equipo de medición de deflexiones de alto rendimiento, basado en impulsos de carga, las cuales son transmitidas al pavimento por una masa que golpea desde una cierta altura un plato de ensayo colocado sobre el pavimento. El equipo cuenta con sensores (geófonos o sismógrafos según el modelo) que recogen los impulsos generados por la caída de la carga. Los sensores están colocados tanto en el punto de máxima carga como a ciertas distancias de dicho punto, esto con la finalidad de modelar el “cuenco” de deflexiones generado por el impacto de la carga sobre el pavimento. La transmisión de la carga a la estructura es similar a la que produce el eje de un vehículo circulando a una cierta velocidad sobre el pavimento.

Figura 4.12. FWD Modelo Dynates



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

Figura 4.13. Esquema de Medición de la Deflexión



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

4.3.4. TOMA DE MUESTRAS DE PAVIMENTO EXISTENTE (EVALUACIÓN DESTRUCTIVA)

Este tipo de evaluación se fundamenta en la toma de muestras representativas de los materiales que conforman las diferentes capas del pavimento en una vía.

En el caso de las capas asfálticas, las mismas son normalmente extraídas a través de equipos de perforación para la toma de núcleos de capas (asfálticas y concreto hidráulico), conocidos por su denominación en inglés con el nombre de Core-drill, de aspecto similar al de la figura adjunta. A través de la extracción de muestras de capas asfálticas es posible conocer el espesor de la(s) carpeta(s) o sub-capas que conforman el espesor de total de la(s) capa(s) asfáltica(s), además se puede identificar los diferentes tipos de mezcla empleados en la construcción y en eventuales trabajos de mantenimiento y rehabilitación ejecutados, así como su condición, siendo posible identificar la presencia de fallas como por ejemplo los agrietamientos y detectar problemas asociados con la durabilidad (envejecimiento) de las mezclas.

Figura 4.14. Equipo para Extracción de Núcleos de Capas Asfálticas



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

Figura 4.15. Toma de Núcleos de Capas Asfálticas



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

En el caso de los suelos de fundación (sub-rasante), sub-base y/o base, el muestreo está dirigido a su identificación y caracterización de la capacidad soporte, además de conocer los espesores de las diferentes capas y sus condiciones a lo largo de la vía en estudio. En tal sentido el mismo debe ser racionalizado en función de la longitud de la vía, de manera que todas las características geotécnicas de la misma resulten representadas.

TALADROS A MANO: son excavaciones por lo general de sección circular realizadas “a mano” mediante el empleo de picos, palas, barras, etc., con profundidades entre 1 y 1,5 m. (máximo) y diámetros entre 50 y 70 cm., ejecutadas con el objeto de medir los espesores de las capas presentes y obtener muestras de los diferentes materiales detectados para proceder a la identificación de suelos a través de Métodos de Clasificación internacionalmente aceptados como el de la Highway Research Board (HRB) o el Sistema de Clasificación Unificada (SCU). Adicionalmente se realizan ensayos para determinar la humedad natural, entre otros.

Figura 4.16. Toma de muestras Taladros a Mano



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

CALICATAS: son excavaciones de sección cuadrada con dimensiones mayores que los taladros a mano, realizadas con el objeto de medir los espesores de las capas existentes y obtener cantidades suficientes de muestra de cada una de las capas que resulten de la exploración, con la finalidad de realizar, además de los ensayos de identificación de suelos, los ensayos de caracterización de la capacidad soporten de suelos (Ensayo California Bearing Ratio -CBR-).

Figura 4.17. TOMA DE MUESTRAS CALICATAS



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

Adicionalmente a cada una las capas de suelo detectadas, es posible realizarle ensayos para la determinación de la densidad en sitio (Ensayo de “Cono y Arena”), humedad natural, etc. Las dimensiones típicas de la excavación son 1,5 m. x 1,5 m. con profundidad máxima de 2,0 m.

Las calicatas pueden ser realizadas a mano o mediante el empleo de maquinaria pesada si la misma está disponible. Del mismo modo éste tipo de sondeo puede ser realizado sobre la calzada que es objeto de la evaluación o en los laterales de la vía.

Figura 4.18. Excavación a Máquina – Toma de muestra Calicata



Fuente: (HURTADO ARIAS, 2016)

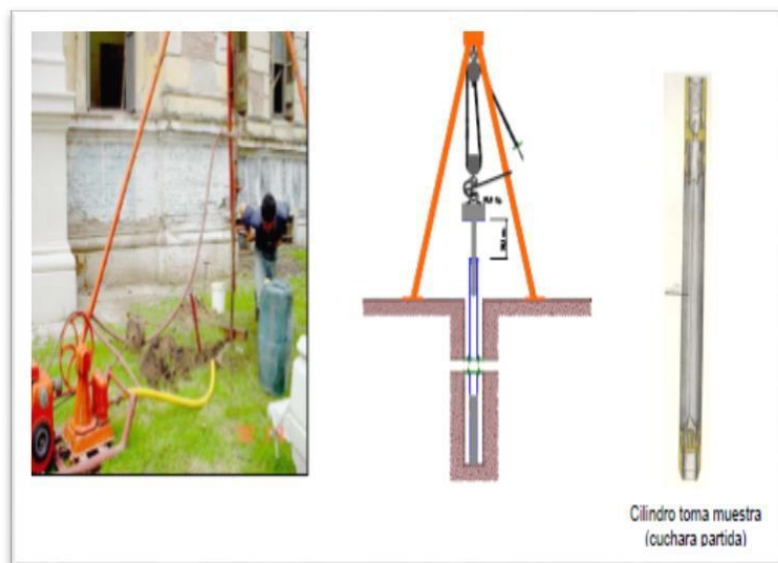
Es importante señalar que la opción del sondeo sobre la calzada, bien realizado a mano o con equipo pesado, representa una nueva afectación del pavimento en estudio, ya que la excavación realizada produce una discontinuidad que se está imponiendo al pavimento, en vista que en ésta zona se induce una “debilidad” debido a que los materiales han sido alterados y una parte de éstos removida, y aunque deben ser repuestos inmediatamente, éste no alcanzarán las mismas condiciones del material original dentro de la estructura (estado de esfuerzos, humedades, etc.) Adicionalmente, la excavación sobre la calzada origina problemas de retrasos al tránsito y limitaciones a los usuarios de la vía.

PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT): Dependiendo del tipo de vía a evaluar, es posible que no sea conveniente la ejecución de perforaciones y/o calicatas sobre la calzada y que tampoco sea posible en los laterales de la vía debido a que los mismos se encuentren intervenidos, tal es el caso por ejemplo de la vialidad urbana cuyo pavimento por lo general se encuentra confinado entre las aceras.

En estos casos es recomendable la ejecución de perforaciones con recuperación continua de muestras a cada metro, utilizando un cilindro “muestreador” del tipo “cuchara partida” de 64 mm. De diámetro, con avance inducido por percusión (golpes). Esta metodología ofrece la posibilidad de realizar el Ensayo SPT (Standard Penetration Test) en las capas de suelo del pavimento y su fundación. El Valor del SPT es utilizado para conocer, mediante correlaciones, la capacidad soporte de los suelos en términos del CBR. Adicionalmente, es posible determinar los tipos de materiales que conforman la estructura de pavimento, así como clasificación de suelos, humedades naturales, etc.

Seleccionada esta alternativa, es posible introducir el “muestreador” a través de los orificios realizados para la toma de los testigos de las capas asfálticas. La profundidad de evaluación de interés oscila entre 1,5 y 2 m.

Figura 4.19. Ensayo SPT



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

Es importante destacar que la ubicación y cantidad del trabajo de exploración de suelos descrito, se apoya en el levantamiento visual de fallas superficiales del pavimento tanto de origen funcional como estructural, así como en la evaluación de las condiciones de drenaje superficial y subterráneo de la vía en estudio, dado que su ausencia, insuficiencia o mal funcionamiento expone a los suelos de fundación (sub-rasante), bases y/o sub-base a niveles de saturación que tenderán a disminuir su densidad (compactación) y por ende su capacidad portante de diseño.

4.3.4.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN CON EL CONO DINÁMICO (DCP)

El ensayo para la determinación de la resistencia a la penetración de los suelos mediante el empleo del Penetrómetro Dinámico de Cono (Norma ASTM D6951-03) es una herramienta simple y sencilla que permite realizar una evaluación geotécnica en sitio de las capas de suelos que constituyen bases, sub-bases y sub-rasantes de pavimentos. En general es un ensayo indicativo de la resistencia al corte de los materiales granulares.

El procedimiento consiste en hacer hincar una barra que finaliza en un cono a través del suelo y dependiendo del número de golpes requerido para lograr una determinada profundidad, es posible obtener algunas propiedades mecánicas de los suelos, entre éstas el CBR. El equipo DCP se comenzó a utilizar en mayor escala en los años ochenta, específicamente en África del Sur, sin embargo, hoy en día es ampliamente utilizado por el USACE (US Army Corp of Engineers).

El ensayo no se puede clasificar como “No Destructivo” en pavimentos existentes, en vista que requiere la remoción de las capas cementadas hasta encontrar los suelos sueltos o en su defecto poco cementados, sin embargo, se considera como un ensayo “Cuasi-No Destructivo”, en vista que la remoción de las capas cementadas puede ser ejecutada en un diámetro relativamente pequeño y el ensayo no amerita la toma de muestras para ser ensayadas en laboratorio; como práctica general se tiene la introducción del equipo a través de las perforaciones realizadas para la toma de testigos (core-drill) de capas asfálticas o de concreto hidráulico.

Entre los posibles usos del ensayo destacan:

- Proceso de reconocimiento rápido del terreno y estimación de CBR.
- Verificación de la eficiencia de los equipos de compactación usados en obra.
- Control de calidad en la construcción de las distintas capas granulares que conforman la estructura de pavimento.
- Seguimiento del comportamiento estructural del pavimento a lo largo de su vida útil.
- Identificación de zonas débiles en la estructura de pavimento.
- Evaluación de suelos que conforman capas de pavimentos existentes.
- Identificación de tramos homogéneos con características estructurales similares.

Entre las ventajas del uso del Penetrómetro Dinámico de Cono se pueden enumerar:

- Bajo costo de Operación.
- Ensayo Cuasi-No Destructivo.
- Alta repetitividad de los resultados.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO Y PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

El equipo es de uso manual, en general operado por dos personas, pesa alrededor de 12 Kg. y está constituido por una barra de penetración que finaliza en una punta de 20 mm. De diámetro en la base con el extremo final en forma de cono de 60°. La barra de penetración tiene adosada una regla de medida, y por la misma se desliza un mazo de peso igual a 8 kg., con altura de caída de 575 mm. La barra tiene longitud de 800 mm. Y con extensiones puede llegar a 1500 mm.

Figura 4.20. Esquema General del DCP



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

La unidad de medida de penetración se define por la cantidad de milímetros dividida por el número de golpes (mm/golpe), y en general se le denomina número de penetración del Cono Dinámico: mientras mayor resistencia al corte tenga el suelo, mayor cantidad de golpes serán necesarios para penetrarlo y por lo tanto el número DCP debe ser bajo.

4.3.4.2. CORRELACIONES ENTRE RESULTADOS DEL DCP Y EL CBR

Existen numerosas correlaciones entre el valor DCP y diferentes propiedades de los suelos, siendo una de las más interesantes las que lo vinculan con el CBR.

A continuación, se presentan ejemplos de correlaciones sugeridas:

Ecuación 4.6. Correlación DCP y CBR para todos los suelos:

$$\text{CBR} = 292 / \text{DCP}^{1.12}$$

US Army Corps of Engineers: FUENTE: NORMA ASTM D 6951 – 03

Dónde:

DCP: mm/golpe

Esta ecuación es recomendada para todos los suelos excepto CH (Arcillas de Alta Plasticidad) y los CL (arcillas de Baja Plasticidad) con CBR menor de 10%.

Para éstos suelos se sugieren las siguientes correlaciones:

Ecuación 4.7. Correlación DCP y CBR suelo Arcillas de Alta Plasticidad

Suelos CH: **$CBR = 1 / (0,002871 \times DCP)$**

Ecuación 4.8. Correlación DCP y CBR suelo Arcillas Baja Plasticidad

Suelos CL: CBR < 10% **$CBR = 1 / (0,017019 \times DCP)^2$**

Laboratorio Vial de Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras (IMAE) de la Universidad del Rosario, Argentina según la Ecuación 4.9.

Ecuación 4.9. **$CBR = 450 \times (DN)^{-1.05}$**

Ecuación 4.10. **$MR = 201 \times (DN)^{-0.44} \times (1000/6, 9)$**

Dónde: DN: mm/golpe; y, MR: Módulo Resiliente (psi).

4.3.4.3. RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

a. Ensayos en Sitio:

- Determinación de espesores de todas las capas que conforman la estructura de pavimento.
- Densidad en sitio de las capas de base, sub-base y sub-rasante.
- Ensayo de Cono Dinámico de Penetración (DCP) en materiales no cementados.

b. Ensayos en Laboratorio:

- Determinación del Contenido de Humedad Natural. Granulometría de suelos y mezclas asfálticas.
- Límites de Atterberg (Límites de Consistencia: Límite Líquido y Límite Plástico)

- Ensayos para determinación de Densidad (Proctor) y Valor Soporte California (CBR) de laboratorio en las capas de base, sub-base y sub-rasante.
- Clasificación HRB de suelos que conforman las capas de base, sub-base y subrasante.

4.4 SEGURIDAD (RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO)

El deslizamiento de un vehículo se produce en dos direcciones, cada una de las cuales son diferentes en cuanto a las leyes que lo rigen. Deslizamiento en dirección longitudinal o en la dirección de marcha del vehículo. Ocurre cuando se aplica un esfuerzo de frenado. En la resistencia al deslizamiento longitudinal intervienen fundamentalmente dos componentes:

- a. El rozamiento por adherencia neumático-pavimento.
- b. La pérdida de energía debido a la histéresis del neumático, es decir, el neumático no absorbe toda la energía aplicada; siempre existe pérdida de energía que se transforma en "calor", esto ocurre con materiales elásticos como el caucho.

Deslizamiento en dirección transversal al eje de la vía. Se producen esfuerzos tangenciales que deben ser compensados con las fuerzas de rozamiento transversal.

La fricción o adherencia entre el neumático y la superficie del pavimento presenta respuestas diferentes según la influencia de factores tales como:

La película de agua sobre la superficie del pavimento. Actúa como lubricante y disminuye el contacto neumático-pavimento.

Los neumáticos. Influye significativamente la presión de inflado, el material, el dibujo y la profundidad de la banda de rodadura. Ésta última contribuye en la pronta eliminación de la película de agua.

La velocidad de circulación. A mayor velocidad menor adherencia neumático-pavimento en presencia de agua, aunque el dibujo del neumático cuente con una buena profundidad de dibujo.

Época del año. Además de los cambios de humedad estacional que condicionan la presencia de agua en la calzada o superficie del pavimento, se tiene que la variación de la temperatura ambiente puede modificar las características del material del neumático. Adicionalmente, la característica termoplástica del ligante asfáltico (cemento asfáltico) condiciona su viscosidad o grado de fluidez en función la temperatura, haciéndolo menos fluido (aumentando su rigidez) a bajas temperaturas y haciéndolo más fluido a medida que aumenta la temperatura. Estas circunstancias afectan la adherencia neumático-pavimento.

La textura de la superficie del pavimento. Es el único factor que puede ser controlado por el Ingeniero de Pavimentos, ya que el mismo está relacionado con el origen mineralógico de la fuente de agregados (préstamos) y con la composición porcentual de los diferentes agregados seleccionados para la producción de las mezclas a ser empleadas en la capa de rodamiento.

Capítulo 5

METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Tabla 5.1. Ubicación Geográfica de Santo Domingo de los Tsáchilas

UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
PROVINCIA	Santo Domingo de los Tsáchilas
CAPITAL	Santo Domingo
UBICACIÓN	133 km. Desde Quito
EXTENSIÓN	3.523 km ²
ALTITUD	655 msnm
TEMPERATURA MEDIA	22,9 grados centígrados
CLIMA	Tropical Húmedo
POBLACIÓN	450.000 habitantes
POBLACIÓN ELECTORAL	249.020 votantes

NORTE	Las provincias de Ríos y Cotopaxi
SUR	Las provincias de Esmeraldas y Pichincha
ESTE	La provincia de Pichincha
OESTE	La provincia de Manabí

FUENTE: (GAD Municipal Santo Domingo, 2017)

5.1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

La avenida Quevedo pasa por varios locales comerciales, se encuentra ubicado en la zona sur occidental de la ciudad de Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. El estudio a realizarse es de 3,040 kilómetros de longitud, para mayor exactitud puede verse en el Anexo N° 1.

5.2. ESTADO ACTUAL DE LA VÍA

La avenida Quevedo ayuda al tráfico vehicular ya que conecta la Avenida Colonos E25 y el bypass Quevedo – Chone, además que ayuda a despejar el flujo vehicular desde el sector del indio colorado, zona céntrica de la ciudad hacia fuera de la misma.

La avenida Quevedo está compuesto por 2 tramos, ya que cada tramo tiene un diseño vial diferente, por la cual se clasificará en 2 secciones, como se da a conocer en el Anexo N° 1, a continuación, se da a conocer las características actuales de la vía:

5.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA:

Tramo 1: Redondel de la Virgen – AV. Abraham Calazacón

En el Anexo N° 1 se puede observar las características de la vía como se detalla a continuación, además de cada una de las fallas que presenta la vía.

- Dos calzadas de dos carriles en cada sentido ancho total 13,00 m.
- Ancho de aceras: 3,00 m
- Ancho de parterre: 1.00 m
- Longitud del tramo: 0+000.00 – 0+520.00

Tramo 2: Av. Abraham Calazacón – Av. De los Colonos

En el Anexo N° 1 se puede observar las características de la vía como se detalla a continuación, además de cada una de las fallas que presenta la vía.

- Dos calzadas de dos carriles en cada sentido ancho total 19,00 m.
- Ancho de aceras (Variable): 4,00 m
- Ancho de parterre: 3.00 m
- Longitud del tramo: 0+520.00 - 3+040.00

5.3. MODALIDAD DE LA EVALUACIÓN

5.3.1. TRABAJOS DE CAMPO

SOLMINIHAC T. (2001) afirma que los deterioros en los pavimentos afectan a la seguridad, confort del usuario, además elevan los costos de operación de los vehículos.

Los trabajos de campo que se realizará en el tramo de la avenida Quevedo en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas será la medición del Índice de Regularidad Internacional (IRI) ya que este nos permite conocer el Índice de Regularidad superficial del pavimento, utilizando un equipo de medición estático como es el uso del MERLIN.

Además de la medición del Índice de Condición del Pavimento (PCI) que se realizará mediante la inspección visual utilizando el sistema PAVER, aunque existe en la actualidad una gran variedad de métodos, como empleando equipos para la 'medición del deterioro superficial de pavimentos, estos varían dependiendo del lugar en que se aplique.

Para la evaluación estructural del pavimento de la avenida Quevedo se realizó ensayos de Calicatas, cuya finalidad es determinar los espesores de cada una de las capas y analizar la subrasante de la vía, atravesó de ensayos de CBR para poder determinar qué tipo de intervención se necesita para que la vía recupere su nivel de servicio.

5.3.2. EVALUACIÓN MEDIANTE INSPECCIÓN VISUAL

Según ASTM INTERNATIONAL (2008), para la calificación funcional y estructural de los pavimentos, el sistema PAVER utiliza el Índice de Condición del Pavimento (Pavement Condition Index = PCI). El PCI es un método de graduación repetible para identificar la condición presente del pavimento. El PCI provee una medida consistente de la integridad estructural del pavimento y su condición funcional-operacional graduándole de 0 a 100. Este índice es función de la densidad de las fallas en el área

estudiada y del valor de deducción del pavimento por efectos de cada tipo de falla y de cada nivel de severidad.

Para la implementación del sistema PAVER se debe tomar en cuenta ciertas indicaciones que se muestran en la siguiente Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Indicaciones para la Implementación del Sistema PAVER

INDICACIONES	
EQUIPO REQUERIDO:	Una de las cualidades de este sistema es que no necesita equipo especial o “costoso”. Los instrumentos más útiles son: <ul style="list-style-type: none"> - Odómetro - Regla y calibrador - Catálogo de fallas - Cámara fotográfica
SEGURIDAD:	La seguridad es uno de los aspectos más importantes a ser tomado en cuenta, ya que los datos a ser tomados se encontraran casi en su totalidad en la calzada dentro del área el flujo continuo de los vehículos dejando totalmente expuesto a los inspectores y ante una gran posibilidad de sufrir accidentes si no se rigen a medidas de seguridad mínimas como son: <ul style="list-style-type: none"> - Realizar las inspecciones en días despejados, claros, sin presencia de lluvia o con signos de haber llovido. - Las inspecciones deben ser realizadas en horas del día o tarde, nunca en la noche o en días oscuros, para que los inspectores puedan observar a los vehículos que transitan, así como también puedan ser vistos por los conductores. - Se debe tomar en cuenta las horas pico o las de máxima circulación vehicular para no causar problemas de circulación y embotellamientos. - Los inspectores deben usar implementos de seguridad como: cascos y chalecos retrorreflectivos, con colores llamativos. - Se debe destinar a una persona para que con señales móviles con una bandera roja alerte y anticipe a los conductores la presencia de los inspectores.
PROCEDIMIENTO:	Utilizando un catálogo de fallas y hojas de campo se procede a definir las fallas con su nivel de severidad y su dimensión ya sea área, longitud o unidades. Por último se toma una foto de la falla en toda su extensión para que el reporte sea completo.

FUENTE: (SHAHIN, 2005)

El sistema PAVER resulta un instrumento de evaluación y administración de pavimentos de extremo valor siendo propiamente usado e implementado. La fase más importante de todo Sistema de Evaluación de Pavimentos, y del PAVER en especial, es la que incluye la recopilación de datos y su actualización, ya que de ésta dependerá

la exactitud de los resultados a ser obtenidos de su procesamiento y las estrategias de mantenimiento y rehabilitación a adoptar a corto y largo plazo.

El concepto básico del sistema PAVER puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Para una red vial dada, se identifican los tramos y secciones que serán objeto de un inventario de fallas por muestreo.
2. Cada tipo de pavimento tiene un número definido de fallas posibles.
3. Para cada falla se define:
 - El tipo de falla (señalando el No. de código de acuerdo al tipo de pavimento).
 - La intensidad de la falla, el nivel de severidad (Bajo, Mediano, Alto).
 - La cantidad de la falla (medida o contada). Estos datos se registran en formularios diseñados para ello.
4. Se define el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de acuerdo a:

Ecuación 5.1. Índice de condición del pavimento

$$PCI = 100 - CDV$$

5. Siendo CDV el Valor de Deducción Corregido, el cual se obtiene para cada clase de pavimento de acuerdo al tipo, intensidad y densidad de sus fallas.

5.3.3. IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS ESTUDIADOS

5.3.3.1. MEDICIÓN DE DETERIORO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

La exploración superficial del pavimento se llevó a cabo en la semana del 1 al 6 de agosto del 2018. El método utilizado fue el propuesto por Shahin llamado método PAVER. Este método consiste en la medición y cuantificación de las diferentes fallas que presenta el pavimento en una vía.

5.3.3.2. ELECCIÓN DE UNIDADES A ANALIZAR

El tramo a estudiar es de 3,04 km por lo tanto el método PAVER propone dividir la vía en tramos con una superficie entre 139m² y 325m². El número de unidades de tramos está dado por la longitud total de la vía dividido para la longitud de cada tramo.

Dado que la vía estudiada está compuesta de 2 diseños por lo que se dividió en 2 tramos; el primer tramo con un ancho de carril derecho de 6.5m y el segundo tramo es de 9.5m por lo que de manera de simplificar se dividieron el primer tramo se dividió en 17 unidades de 30m por 6,5m, lo que nos da 195m² en cada tramo y el segundo en 84 unidades de 30m por 9,5m, lo que nos da 285m² en cada tramo.

Por lo que el total de unidades para toda la avenida Quevedo es de 101 unidades de 30m desde el sector de la Virgen hasta la Avenida Los Colonos.

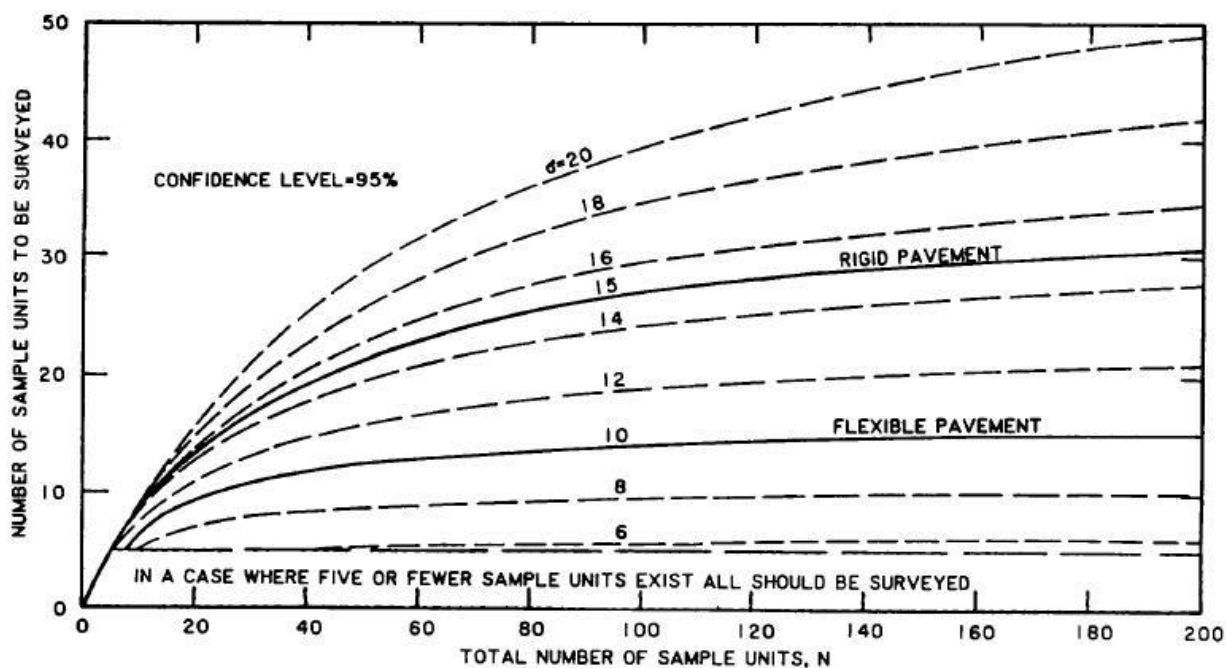
Para calcular el número de unidades de tramo a analizar (n) está dado por la siguiente ecuación 5.2:

Ecuación 5.2:

$$n = \frac{N \times SD^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)(N - 1) + SD^2}$$

Donde “N” es el número total de divisiones de tramo, “SD” es la desviación estándar y “e” es el error admisible por sección. El intervalo se lo calcula dividiendo “N” para “n”. De la figura 5.1, se obtienen los valores de “e” y “SD” para pavimentos flexibles.

Figura 5.1. Selección del mínimo número de unidades de Tramos



FUENTE: (SHAHIN, 2005)

El número total de unidades a analizar es de 15, con un intervalo de 210 metros aproximadamente para toda la Avenida Quevedo.

5.3.3.3. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE FALLAS

Para la medición de fallas de cada unidad, se necesitan determinados instrumentos para realizar una correcta auscultación del pavimento del tramo a analizar. Estos instrumentos son: odómetro para medir las longitudes de las fallas, regla para medir las profundidades y el manual de fallas.

Cada unidad es inspeccionada midiendo las diferentes fallas en el pavimento de acuerdo al manual de fallas de la PCI, cada falla debe ser registrada en la hoja de registro teniendo en cuenta la severidad de la misma y su forma de registrarla, ya sea en unidades de longitud, de superficie o por conteo en el caso de los huecos o baches.

Una vez que se termina de analizar la sección, se procede a calcular el total por cada nivel de severidad de falla. Además, cada hoja de registro es válida para una unidad a analizar.

5.4. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema.

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales.

5.4.1. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

El deterioro de la estructura de un pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones.

Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un ejemplar de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el siguiente cuadro se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla 5.3. Rango del PCI

RANGO			CLASIFICACION
86	-	100	Excelente
71	-	85	Muy Bueno
56	-	70	Bueno
41	-	55	Regular
26	-	40	Malo
11	-	25	Muy Malo
0	-	10	Fallado

FUENTE: (SHAHIN, 2005)

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño que presenta.

El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

5.4.2. CÁLCULO DEL PCI

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser realizado de manera computarizada y manualmente y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Para poder realizar el cálculo del PCI para vías con capa de rodadura asfáltica se lo hace mediante 4 etapas que se describen a continuación:

ETAPA 1. Cálculo de los Valores Deducidos

- 1.1. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la tabla de fallas. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.
- 1.2. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- 1.3. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan en anexos, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado .

ETAPA 2. Cálculo del Número Máx. Admisible de valores Deducidos (m)

- 2.1. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV.
- 2.2. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- 2.3. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la: Ecuación 5.3. Número Máximo de Valores Deducidos.

Ecuación 5.3. Número máximo admisible de valores deducidos

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Donde:

m_i = Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo Fracción, para la unidad de muestreo i ;

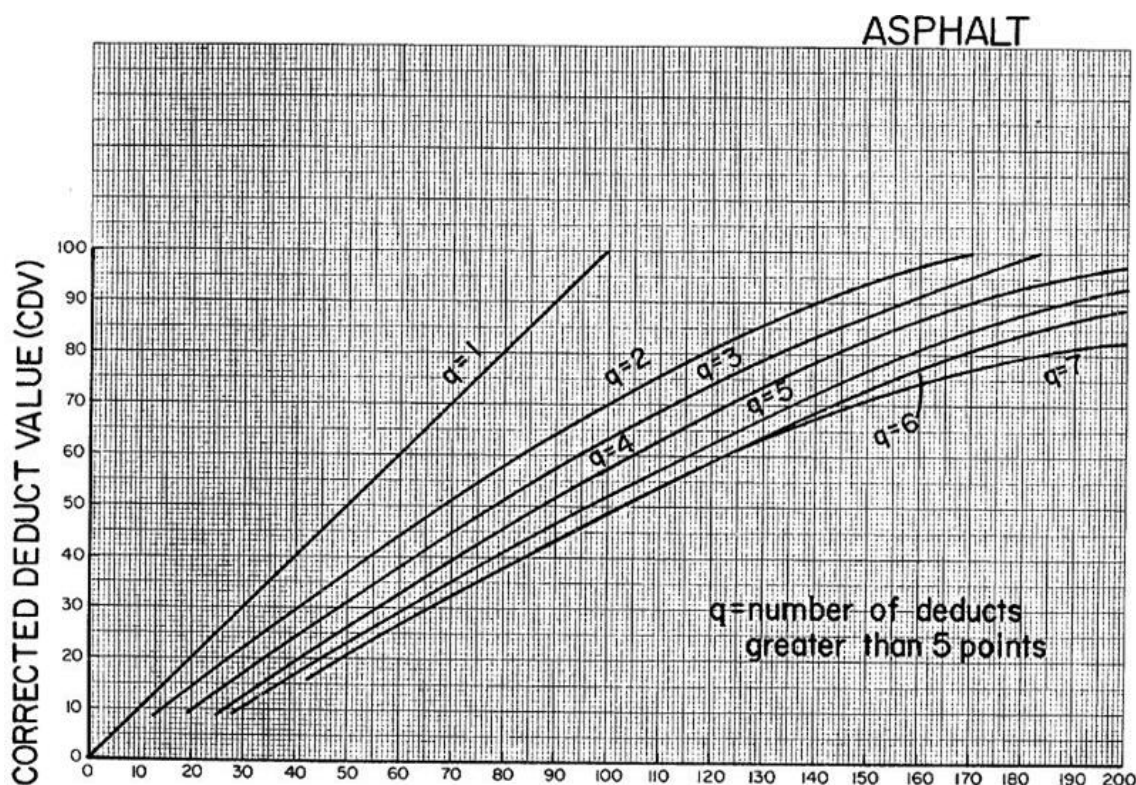
HDV_i = El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

- 2.4. El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan

ETAPA 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV. El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo

- 3.1. Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
- 3.2. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- 3.3. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento como indica la figura 5.2.

Figura 5.2. Corrección de curvas para Pavimentos Flexibles



FUENTE: (SHAHIN, 2005)

- 3.4. Se utiliza la figura 5.2, para determinar el número corregido de valores deducibles. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.1. a 3.3. hasta que q sea igual a 1.
- 3.5. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

ETAPA 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

5.5. ESTUDIO DE TRÁFICO

El presente estudio de tráfico se lo realizó en el horario de 06:00 hasta las 18:00 horas todos los 7 días de la semana en forma consecutiva, desde el Lunes siete de Mayo hasta el Domingo trece de Mayo del presente año, se empleó el método de aforos manuales-visuales vehiculares clasificatorios, mediante la implementación de 3 estaciones de conteo en las abscisas 0+000, 0+520, 1+610; los cuales son ubicados en puntos estratégicos donde hay mayor zona de tráfico existente en la vía para después con personal calificado proceder a realizar un conteo vehicular clasificado en determinada frecuencia, en este caso cada cuarto de hora, de todos los vehículos que pasan por cada una de las estaciones de conteo, clasificándolos en vehículos livianos, buses y pesados de 2 o más ejes.

Al finalizar tener un tráfico actual que pasa por la vía para posteriormente poder emplear tasas de crecimiento vehicular establecidas para la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, y proyectar al periodo de diseño.

Cabe mencionar que al tráfico se lo pueden clasificar en tres tipos como se los conoce:

5.5.1. TRÁFICO EXISTENTE

Es el tráfico resultado de los conteos. Es aquel que se usa en la vía antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

5.5.2. TRÁFICO DESVIADO

Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo. Para nuestro caso utilizaremos el 10% del tráfico que circula por la carretera.

Ecuación 5.4. Tráfico desviado

$$\text{Tráfico desviado} = \text{TPDA actual por el 10\%}$$

5.5.3. TRÁFICO PROYECTADO

El tráfico deberá ser proyectado para 20 años, y con ese objetivo, se proyectará el tráfico actual o tráfico diario inicial, mediante el empleo de tasas de crecimiento vehicular.

Para la proyección se empleará la siguiente formula:

Ecuación 5.5. Tráfico proyectado

$$\text{TPDA FUTURO} = \text{TPDA ACTUAL} * (1+i)^n$$

Dónde: i = Índice de crecimiento vehicular;

n = Número de años de proyección vial

5.5.4. MÉTODO PARA OBTENER EL TPDA

Para la obtención del Tráfico Promedio Diario (TPDA) se proyecta el volumen de las 12 horas contabilizadas en el conteo manual a las horas no contabilizadas mediante un porcentaje que está relacionado con los patrones de comportamiento de tráfico, el cual está en función de variables como: población, economía y de la movilidad ciudadana. Bajo esta consideración se establece un incremento del 10% en todos los días del tráfico contado manualmente.

FACTOR HORARIO (Fh): Permite transformar el Volumen de Tráfico registrado en un determinado número de horas en Volumen Diario Promedio. Para concretar el Fh

partimos de los valores del tráfico total diario y el tráfico del conteo manual del mismo día, como se muestra en la ecuación 5.6.

Ecuación 5.6:
$$Fh = \frac{TTD}{TD_i}$$

FACTOR DIARIO (Fd): El volumen de tráfico diario promedio es transformado en volumen semanal promedio. Se calcula el promedio del diario semanal del tráfico total diario y se divide para el total del tráfico diario del mismo día, y está dada por la siguiente ecuación 5.7.

Ecuación 5.7:
$$Fd = \frac{PTTD}{TD_i}$$

Factor Semanal (Fs): El volumen semanal promedio de tráfico transforma en volumen mensual promedio. Para obtener el tráfico de todo el mes en que se realizó el conteo manual, se considera el valor de la relación entre el número de semanas del mes en que se realizó en conteo volumétrico manual (Mayo) y el número de semanas del mes más extraordinario del año (febrero que posee 4 semanas).

Ecuación 5.8:
$$Fs = \frac{\text{semanas (Mayo)}}{4 \text{ semanas}}; \text{semanas(mes)} = \frac{(\text{numero de dias Mayo}) * 4}{28}$$

FACTOR MENSUAL (Fm): El volumen mensual promedio de tráfico transforma en tráfico promedio diario anual (TPDA). Para calcular este factor se obtuvo los datos de la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador del consumo de combustible de la Provincia de Santo Domingo del año más próximo al del conteo manual en este caso del año 2017.

Consumo de combustible durante todo el año: 49785014 gal.

Consumo de combustible en diciembre: 4346851 gal.

Ecuación 5.9:
$$Fm = \frac{\frac{\text{Consumo de combustible todo el año}}{12}}{\text{Consumo de combustible diciembre}}$$

TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA): La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA. El Trafico Promedio Diario Anual se calculará con la siguiente ecuación 5.10.

Ecuación 5.10:
$$TPDA = T_o * F_h * F_d * F_s * F_m$$

Donde:

To: Trafico Observado

Fh: Factor Horario

Fd: Factor Diario

Fs: Factor Semanal

Fm: Factor Mensual

5.6. MEDICIÓN DEL IRI

La medición del IRI se la realizó en la semana del 06 al 09 de Octubre del 2018 en la cual se utilizó para la medición el perfilómetro estático MERLIN, este ensayo mide la irregularidad del pavimento cada 400 m. Se realizaron mediciones en cada kilómetro de la vía, las cuales fueron en el carril al margen del borde derecho del carril, en ambos sentidos.

5.6.1. EQUIPO MERLIN

El Equipo MERLIN fue creado por el laboratorio británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) para obtener un instrumento de fácil manejo que mida la regularidad de una vía.

Este perfilómetro estático es de bajo costo y su método de análisis es simple con resultados confiables, posee una exactitud que solo es superada por el método topográfico.

Su principal desventaja es la lentitud, por lo cual tiene un bajo rendimiento, debido al tramo a estudiar es de 3,040 km por sentido, el trabajo se lo realizó en varios días debido a las condiciones de clima del sector.

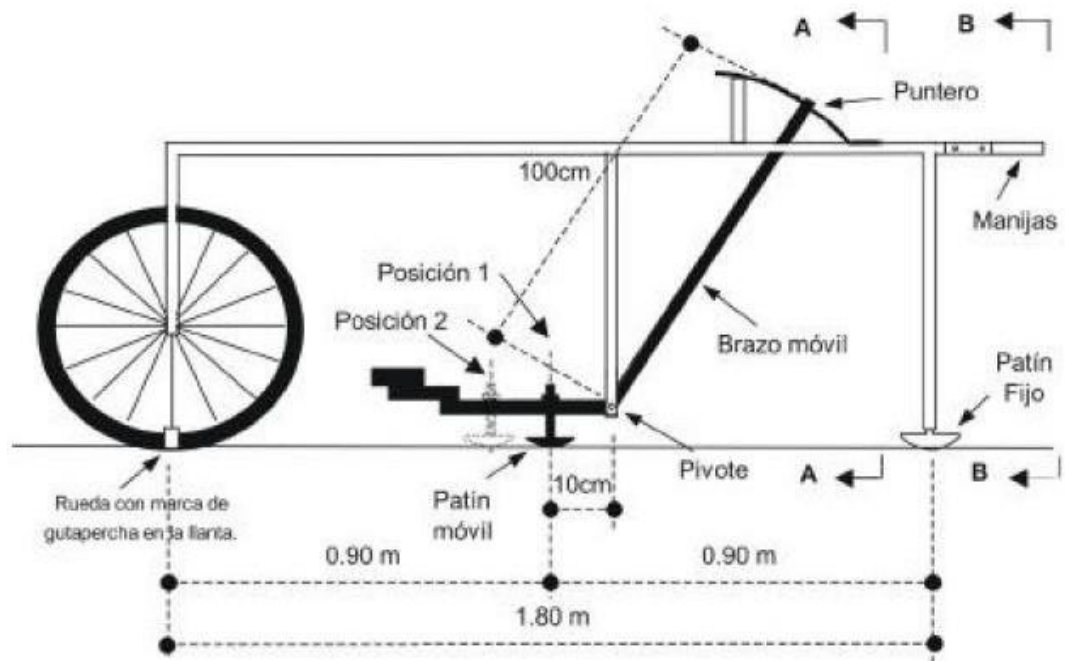
De (AGUILA RODRIGUEZ & Camineros.S.A.C.), introdujo en el Perú en 1993 este instrumento para la evaluación de más de 3000 km de pavimentos. En los países latinoamericanos estos equipos económicos son una buena alternativa, ya que son muy exactos y el empleo de equipos de medición de IRI son esporádicos.

La figura 5.3, muestra las dimensiones del equipo Merlín, el cual mide 1,80 m de longitud y está formado por una rueda delantera, la cual sirve para movilizar el equipo, y cuyo desplazamiento es de 2 metros cada circunferencia. En la parte trasera posee un patín móvil y dos estabilizadores para descanso y ensayo. En el medio posee una barra vertical que no llega al piso y que sostiene a un patín móvil que se encuentra en contacto con el piso, el cual se ajusta con la superficie del terreno.

En la figura 5.4, se observa un puntero que se desliza sobre un tablero conforme al movimiento del patín móvil al entrar en contacto con el pavimento. La relación del brazo móvil es de 1 a 10, es decir, que 1 mm en el extremo inferior del patín móvil, equivale a 1 cm de desplazamiento del puntero.

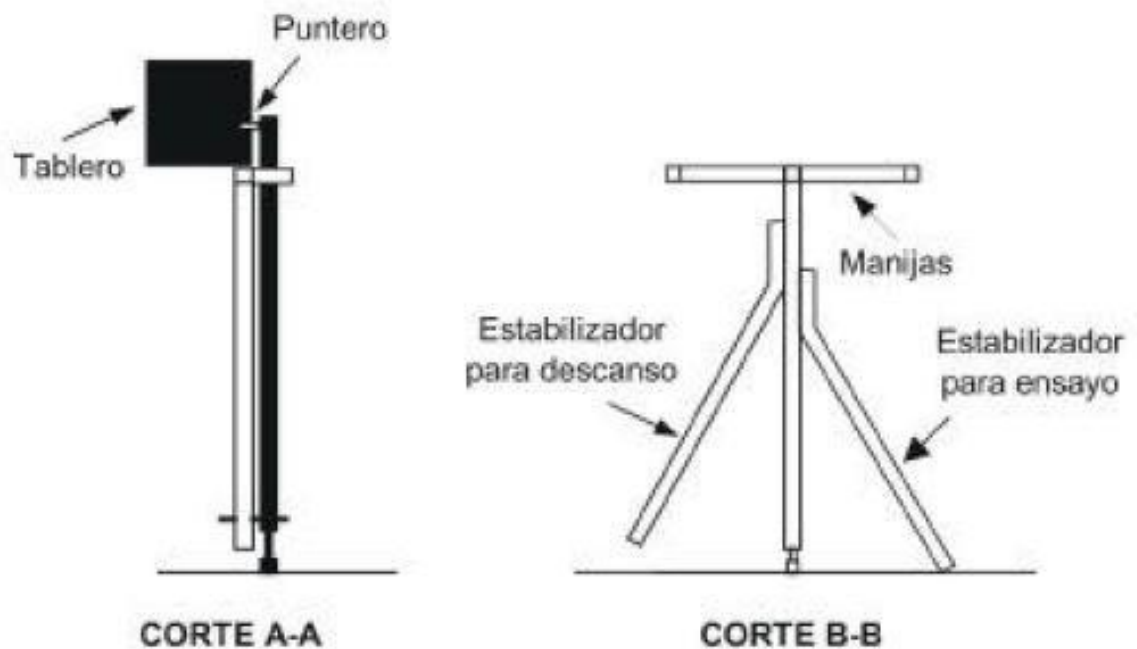
Sobre el tablero se coloca una escala gráfica con 50 divisiones de 5 mm de espesor, en la cual se tienen que marcar las lecturas al momento de desplazar el equipo.

Figura 5.3. Vista longitudinal del MERLIN



FUENTE: (AGUILA RODRIGUEZ & Camineros.S.A.C.)

Figura 5.4. Vista Transversal del MERLIN



FUENTE: (AGUILA RODRIGUEZ & Camineros.S.A.C.)

5.6.2. FUNCIONAMIENTO DEL MERLIN

El ensayo se lo realiza en 400 m de longitud sobre un carril de una vía siguiendo la huella exterior del tráfico. Del (AGUILA RODRIGUEZ & Camineros.S.A.C.) Sostiene que para la ejecución del ensayo se necesitan dos personas, un operador que conduce el equipo y realiza las lecturas y un auxiliar que las anota.

En las mediciones colaboraron 2 personas adicionales al operador y auxiliar debido al alto flujo vehicular. Se colocó un vehículo atrás del Merlín para brindar seguridad a los operadores y otra persona que iban avisando a los vehículos del carril bloqueado. Se puede observar lo antes mencionado en las figuras 5.5 y 5.6.

Se deben efectuar 200 observaciones de las desviaciones relativas a la cuerda promedio, las cuales son indicadas en el tablero de acuerdo a la posición que adopte el puntero sobre la hoja cuadriculada. Dichas observaciones deben ser realizadas cada 2 metros, o una circunferencia, estacionando el equipo.

Figura 5.5. Equipo de trabajo para medición del MERLIN



Figura 5.6. Medición de Regularidad de Pavimento utilizando el MERLIN



En cada medición el equipo debe descansar en tres puntos fijos, la rueda y los dos patines. El proceso de medición se lo debe realizar a una velocidad promedio de 2 km/h.

Del (AGUILA RODRIGUEZ & Camineros.S.A.C.) Sostiene que la prueba comienza estacionando el equipo al inicio del tramo a analizar y cuando el puntero se estabilice, se realiza la primera lectura que es anotada por el auxiliar.

5.6.3. MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL IRI

Para la calibración del instrumento, se empleó una placa cuadrada de 6 mm de espesor, la cual se colocó debajo del patín móvil en una superficie plana y se marca la lectura que corresponde a la posición que ocupa el puntero cuando el patín se encuentra en el piso; posteriormente se realiza la medición sin la placa.

El espesor de la placa multiplicada por la relación del brazo de palanca, y dividida para la diferencia de cuadros multiplicado por el espesor de cada cuadro, se obtiene un factor de corrección de ensayo. En la siguiente ecuación 5.11, se obtiene el factor de corrección antes mencionado.

Ecuación 5.11:
$$F.C = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

De acuerdo a las posiciones que adopte el puntero y coincida con la medición sin la placa en terreno plano, el ensayo demostrará que el pavimento tiene un perfil igual o cercano a una línea recta. Si adopta posiciones alejadas se demuestra que el pavimento tiene un perfil con inflexiones.

De las 200 mediciones realizadas expresadas en forma de histograma, se descartan el 10% (se eliminan el 5% de cada extremo) de ellas que corresponden a posiciones erradas o poco representativas.

Una vez realizado el descarte del 10% se calcula el ancho del histograma en unidades de la escala considerando inclusive las fracciones. Este rango D se lo debe expresar en milímetros por lo cual se lo multiplica por el espesor de cada cuadro, en este caso 5 mm.

El cálculo del rango D corregido se lo realiza por la siguiente ecuación 5.12:

Ecuación 5.12:
$$D_{\text{corregido}} = D \times FC \times RB$$

Donde RB es la relación de brazos empleada en el ensayo, en el ensayo sobre el tramo de la avenida Quevedo el RB es 2 debido a la posición ubicada a 20 cm del punto de pivote, y FC es 1 lo cual fue calculado con ayuda del laboratorista de la Universidad. Para pavimentos flexibles que no son nuevos la ecuación que correlaciona el rango D con el IRI es la siguiente:

Ecuación 5.13:
$$IRI = 0.593 + 0.0471 D$$

Una vez calculado el IRI podemos correlacionar el IRI con el PSI como se describe en el capítulo 4, literal 4.1.4. Con las ecuaciones de Patterson, Al Omari y Darter, y Dujisin y Arroyo. Además, también podemos relacionar el IRI con el PSI como se describe en

el capítulo 4, literal 4.2.2.1. Para obtener una mejor apreciación de la condición del pavimento.

5.7. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

El propósito es el diseñar una estructura de pavimento flexible, compuesto por capas de material granular de base y sub base, una capa de rodadura de un concreto asfáltico en caliente y mezclado en planta, las cuales irán soportadas sobre una subrasante, con el suficiente espesor, para poder absorber las cargas transmitidas por el tráfico previsto.

Es importante tomar en cuenta los cuatro parámetros que rigen en el diseño de un pavimento, como:

- El trafico transformado en ejes de carga equivalente.
- Las condiciones de la sub rasante expresada en módulo de resiliencia.
- Los materiales a utilizarse, principalmente los granulares.
- Las condiciones ambientales y climáticas de la zona del proyecto.

5.7.1. ESTUDIO DE LA SUBRASANTE

Se refiere a las condiciones del suelo o subrasante, sobre la cual irán las distintas capas de la estructura del pavimento, dependiendo de las características, se determinarán los distintos espesores de la estructura, en una relación inversa, puesto que, a mejor calidad de la subrasante, menor es el espesor de las capas de la estructura y de la misma manera inversamente.

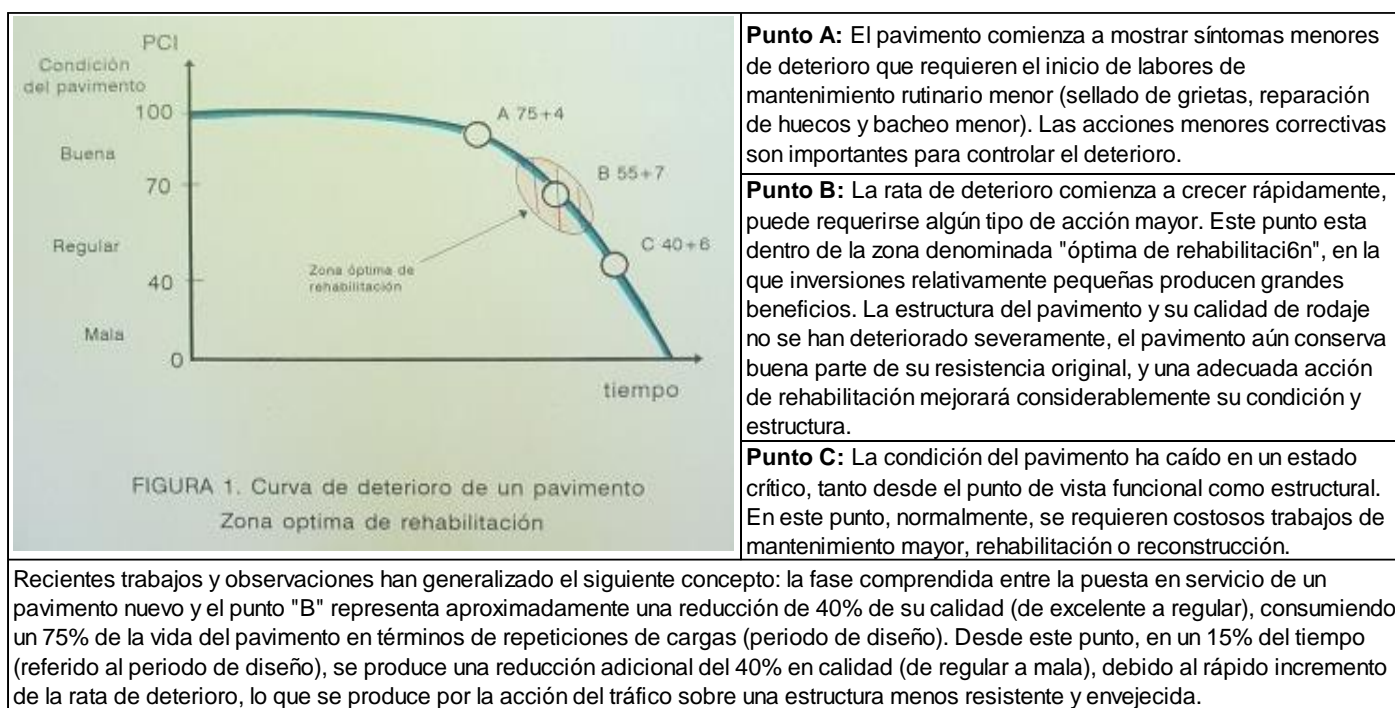
Para llevar a cabo el estudio de la estructura del pavimento lo que “in situ” se realiza el ensayo de calicatas y muestras del material, además de constatar los espesores de cada una de las capas de la estructura y su estado; estas muestras se las procesa en el laboratorio, con la finalidad de determinar un CBR de diseño, el cual mediante correlaciones nos da un valor del módulo de resiliencia necesario para calcular los pavimentos.

5.8. ANÁLISIS PARA EL TIPO DE MANTENIMIENTO

Los pavimentos muestran distintas relaciones deterioro-tiempo de acuerdo con la combinación particular de los distintos factores involucrados en el mecanismo de deterioro.

La figura 5.7, muestra una curva de deterioro en función del tiempo (o repeticiones de carga). Esta figura ilustra lo que pudiera definirse como una curva normal o típica, en la que se distinguen tres puntos de especial importancia, ellos son:

Figura 5.7. Curva de Deterioro de un Pavimento “Zona ÓPTIMA de Rehabilitación”



FUENTE: (LOPEZ & Jugo B., 2005)

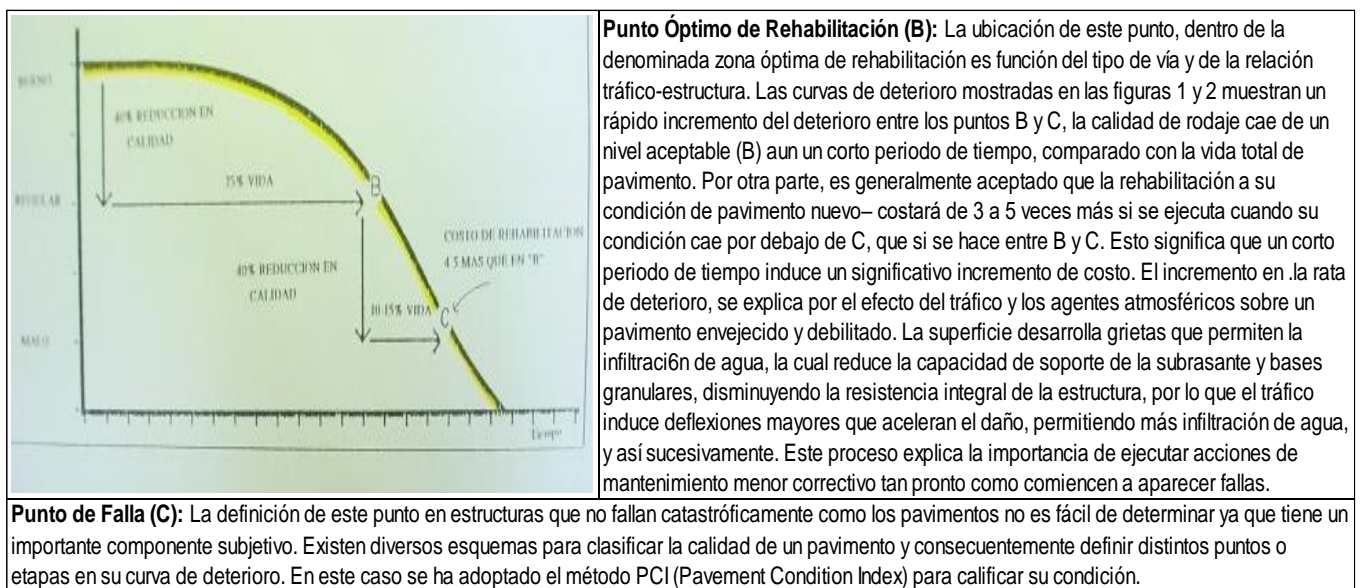
Como se puede observar la definición de estos puntos es de relevante importancia dentro de la configuración de una política efectiva de Mantenimiento y Rehabilitación de pavimentos. El resultado de diferentes estudios para ubicar los puntos A, B y C en la curva de deterioro se puede resumir de la siguiente forma:

Tabla 5.4. Tipo de Intervención de acuerdo al PCI

PUNTO	PCI	CARACTERÍSTICAS
A	70 ± 4	El pavimento empieza a necesitar mantenimiento menor
B	55 ± 7	Se inicia incremento de rata de deterioro. Zona Óptima de Rehabilitación.
C	40 ± 6	Inicio de zona de falla, se requieren acciones de mantenimiento mayor

FUENTE: (LOPEZ & Jugo B., 2005)

Figura 5.8. Curva de Deterioro de un Pavimento Relación Deterioro – Vida consumida – Costo de Rehabilitación”



FUENTE: (LOPEZ & Jugo B., 2005)

El método cuantifica la condición del pavimento entre 0 y 100, según se indica en la figura 5.7, en base a la cual se adoptó la siguiente clasificación práctica:

Tabla 5.5. Clasificación práctica del PCI

PCI	CONDICIÓN	CARACTERÍSTICAS
>70	Buena	El pavimento no requiere acción especial sólo mantenimiento menor.
40-70	Regular	Condición intermedia. Acciones recomendables/diferibles.
<40	Mala	El pavimento requiere mejoras.

FUENTE: (LOPEZ & Jugo B., 2005)

Figura 5.9. Correlación de las Zonas de Mantenimiento y Rehabilitación con el PCI y la Escala de Condiciones

ZONA DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN	PCI	ESCALA
Menor	100	Excelente
	85	Muy bueno
Menor (Rutinario) Mayor (efectivo)	70	Bueno
	55	Regular
Mayor (correctivo)	40	Pobre
Mayor (correctivo) Reconstrucción	25	Muy pobre
	10	Mala

FUENTE: (LOPEZ & Jugo B., 2005)

Capítulo 6

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

6.1. INVENTARIO VISUAL DE LA CAPA DE RODADURA

Con el fin de plantear una propuesta para el mejoramiento de la vía, se establece en conocer las condiciones del estado actual en que se encuentra la estructura de la vía, esto mediante la realización de un análisis minucioso de la capa de rodadura, con el propósito de poder lograr determinar las obras necesarias que se deben ejecutar para el mejoramiento de la vía dependiendo del tipo de rehabilitación que necesita.

Durante el transcurso de este capítulo se desarrollan los datos proporcionados durante el estudio en campo y oficina, los cuales son interpretados para elaborar una propuesta de mantenimiento de la vía.

En el ANEXO N° 1 se presenta las características de la vía en estudio, y el inventario de la capa de rodadura lo cual proporcionara el estado actual que se encuentra en la avenida Quevedo desde el sector del redondel de la Virgen hasta la Avenida Los Colonos.

6.2. ESTUDIO DEL TRÁFICO

En el ANEXO N° 2 se puede observar que los puntos estratégicos donde se hizo el conteo manual para cada sentido de la Avenida Quevedo.

6.2.1. TRAFICO EXISTENTE

El trafico existente es el actual flujo de tráfico resultado de los conteos vehiculares que se realizó en la avenida Quevedo, que se obtiene a través de los estudios de tráfico, mismo que se realizó en las estaciones de conteo en los puntos estratégicos donde abarca la mayor influencia de tráfico, durante siete días durante 12 horas. Resumen que se presenta a continuación:

Tabla 6.1. Composición Vehicular de los 7 días

TIPO	CANTIDAD	%
LIVIANOS	92038	83.92%
BUSES	11135	10.15%
PESADOS	6496	5.92%
TOTAL	109669	100%

Tabla 6.2. Cantidad del Tráfico Total Diario Observado

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
16065	15401	15772	15757	17032	16201	13442
PROMEDIO DEL TRAFICO TOTAL DIARIO OBSERVADO					15667	

Para la obtención del Tráfico Promedio Diario (TPDA) se proyecta el volumen de las 12 horas contabilizadas en el conteo manual a las horas no contabilizadas mediante un porcentaje de incremento del 10% en todos los días del tráfico contado manualmente.

Tabla 6.3. Cantidad del Tráfico Total Diario Proyectado

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
17671	16941	17350	17333	18735	17821	14786
PROMEDIO DEL TRAFICO TOTAL DIARIO (PTTD)					17234	

En el ANEXO N°2, se puede apreciar el conteo vehicular de cada día de la semana, además de proporcionar de manera clara el cálculo de los factores que se necesita para calcular el TPDA.

Tabla 6.4. TPDA

TIPO	To	TPDA
LIVIANOS	14444	16988
BUSES	1598	1879
PESADOS	990	1164
TOTAL	17032	20032

6.2.2. TRÁFICO DESVIADO

Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo. Para nuestro caso utilizaremos el 10% del tráfico que circula por la carretera.

Tráfico Desviado = TPDA actual por el 10%

Afectado por el 10% del tráfico desviado tenemos el tráfico actual siguiente:

Tabla 6.5. Tráfico Actual

TIPO	TPDA	Trafico Desviado
LIVIANOS	16988	18687
BUSES	1879	2067
PESADOS	1164	1281
TOTAL	20032	22035

Tráfico Actual o Tráfico Diario Inicial (TDI) es de 22.035 veh-día.

6.2.3. TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR

Aplicando las tasas de crecimiento vehicular vigente de acuerdo al MTOP, y realizando una proyección para los 20 años tenemos los siguientes datos:

Tabla 6.6. Tasa De Crecimiento Vehicular Anual

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
2005 - 2010	4.49	2.12	3.41
2011 - 2015	3.99	1.89	3.03
2016 - 2020	3.61	1.71	2.71
2021 - 2040	3.27	1.54	2.49

FUENTE: Coordinación de Factibilidad – MTOP

6.2.4. TRÁFICO VEHICULAR PROYECTADO

Resultado de las proyecciones a 10 y 20 años.

Tabla 6.7. Tráfico Vehicular Proyectado a 10 y 20 años.

TIPO	TPDA (0)	TPDA (10a)	TPDA (20a)
LIVIANOS	16988	24219	34528
BUSES	1879	2227	2638
PESADOS	1164	1521	1987
TOTAL	20032	27967	39154

De lo cual se tendrá un tráfico proyectado a los 10 años de 27.967veh-día y un tráfico proyectado a los 20 años de 39.154 veh-día.

6.3. ANÁLISIS DEL IRI

El análisis se llevó a cabo siguiendo lo especificado en el capítulo anterior, se obtuvieron 7 valores de IRI en cada sentido analizado, los cuales se encuentran en el ANEXO N°3.

El factor de corrección del equipo MERLIN utilizado fue de dos porque se asumió que el pavimento se encontraba muy deteriorado y los valores promedio de IRI fueron de 8,36 m/km para el sentido La Virgen – Los Colonos; en contraparte el IRI promedio para el sentido Los Colonos – La Virgen fue de 7,05 m/km, como se indica en la tabla 6.8.

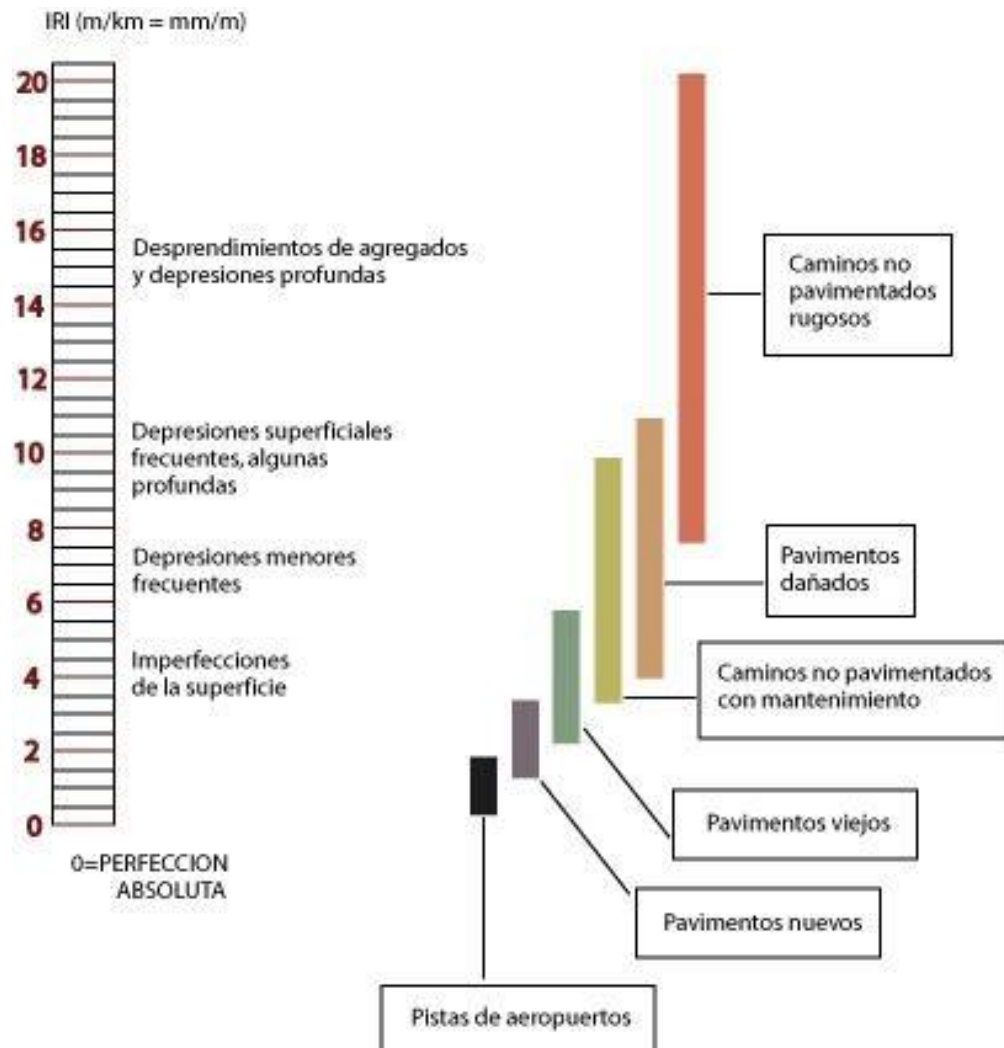
Analizando la tabla 6.8, en el sentido La Virgen – Los Colonos los valores mínimo y máximo de IRI fueron de 7,19 y 9,07 m/km. Mientras que en el sentido Los Colonos – La Virgen fueron de 5,89 y 7,66 m/km.

Tabla 6.8. Resumen de Valores de IRI obtenidos.

ENSAYO Nº	Sentido "La virgen - Los Colonos"			ENSAYO Nº	Sentido "Los Colonos - La Virgen"		
	INICIO (Km)	FIN (Km)	IRI (m/Km)		INICIO (Km)	FIN (Km)	IRI (m/Km)
1	0 + 000	0 + 400	9.07	8	2 + 800	2 + 400	6.01
2	0 + 400	0 + 800	8.60	9	2 + 400	2 + 000	9.54
3	0 + 800	1 + 200	8.48	10	2 + 000	1 + 600	7.19
4	1 + 200	1 + 600	8.20	11	1 + 600	1 + 200	7.66
5	1 + 600	2 + 000	8.21	12	1 + 200	0 + 800	7.03
6	2 + 000	2 + 400	7.19	13	0 + 800	0 + 400	5.89
7	2 + 400	2 + 800	8.80	14	0 + 400	0 + 000	6.03
PROMEDIO			8.36	PROMEDIO			7.05

Tomando como referencia la figura 6.1, y con el valor del IRI promedio de 8,36 y 7,05, respectivamente. La vía se encuentra catalogada como pavimento dañado y con depresiones menores frecuentes en la superficie. En una escala donde el 0 es representado como la perfección absoluta.

Figura 6.1. Escala del IRI



FUENTE: (CORROS B, URBAEZ P, & CORREDO M, 2009)

Empleando las ecuaciones de comparación entre el IRI y el PSI descritas en el capítulo 4, literal 4.1.4, propuestas por los investigadores Patterson, Al Omari y Darté, y Dujisin y Arroyo, los valores obtenidos de PSI son los expresados en la tabla 6.9.

Tabla 6.9. Relación entre PSI e IRI.

		Sentido "La Virgen - Los Colonos"			Sentido "Los Colonos - La Virgen"		
		IRI MAX.	IRI PROM.	IRI MIN.	IRI MAX.	IRI PROM.	IRI MIN.
		9.07	8.36	7.19	9.54	7.05	5.89
P S I	PATTERSON	0.96	1.09	1.35	0.88	1.39	1.71
	AL OMARI Y DARTER	0.47	0.56	0.77	0.41	0.79	1.07
	DUJISIN Y ARROYO	0.79	0.99	1.35	0.66	1.39	1.77

Analizando los valores de la tabla 6.9, el PSI varía entre 1 y 2, de acuerdo con los valores del IRI promedio de la vía estudiada. Cuando el pavimento de una vía posee valores entre 1 y 2 de PSI, se califica a ese pavimento como Malo. La tabla 4.1, en el capítulo 4, nos dice que estos pavimentos calificados como malo pueden afectar la velocidad de tránsito, donde pueden presentar grietas y baches profundas, además de pérdida de áridos, ahuellamientos y agrietamientos y ocurre en un 50% o más de la superficie.

De la figura 5.8, en el capítulo 5, literal 5.8. Se observa que cuando un pavimento posee un PSI entre 1 y 2, ha transcurrido más del 75% del tiempo de vida y que, a partir de este punto, la pendiente de la curva es más pronunciada, y por lo que indica que el pavimento ha caído en un estado crítico, tanto desde el punto de vista funcional en esos puntos se requieren costosos trabajos de mantenimiento mayor, rehabilitación o reconstrucción. En consecuencia, un dólar de mantenimiento realizado antes, ahora costará entre cuatro y cinco dólares en un 12% de su vida si no es mucho más caro dependiendo del lugar como se ve en la figura 4.5, en el capítulo 4, literal 4.1.2.

Empleando la ecuación de comparación entre el IRI y el PCI descrita en el capítulo 4, literal 4.2.2.1, la relación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), con el Índice de Condición de Pavimento, el valor obtenido de PCI es expresado en la Tabla 6.10.

Tabla 6.20. Relación entre el IRI y el PCI.

PCI = $K_1 \cdot IRI^{K_2}$	C1 - Sentido "La Virgen - Los Colonos"			C2 - Sentido "Los Colonos - La Virgen"		
	IRI MAX.	IRI PROM.	IRI MIN.	IRI MAX.	IRI PROM.	IRI MIN.
	9.07	8.36	7.19	9.54	7.05	5.89
PCI	36.03	37.41	40.13	35.19	40.49	43.99

Analizando los valores de la tabla 6.10, el PCI fluctúa entre 30 y 40, de acuerdo a los valores del IRI promedio del tramo estudiado. Cuando el pavimento de una vía posee valores entre 30 y 40 de PCI, se califica a ese pavimento como Malo según la tabla 5.3, en el capítulo 5, literal 5.4.1.

6.4. ANÁLISIS DEL PCI

En el Anexo N° 4, se encuentra el resultado de PCI de cada uno de las unidades analizadas, así también las abscisas de cada unidad analizada, el resultado del PCI para cada sentido estudiado está dado por la ecuación 6.1.

Ecuación 6.1.
$$PCI = \frac{\sum PCI \times A}{\sum A}$$

En el sentido La Virgen – Los Colonos tenemos un valor de PCI de 27,20 como se muestra en la tabla 6.11, y calificándolo como un pavimento que se encuentra en Malas condiciones; siendo la más baja aquella ubicada en la unidad 4 con un valor de 11 de PCI. La más alta es aquella ubicada en la unidad 2 con un valor de 42 de PCI.

Tabla 6.11. Valores de PCI obtenidos sentido “La Virgen – Los Colonos”

UNIDAD DE MUESTREO	PCI	AREA
1	40	195
2	42	195
3	31	195
4	11	285
5	36	285
6	39	285
7	26	285
8	14	285
9	26	285
10	21	285
11	26	285
12	17	285
13	17	285
14	27	285
15	35	285
PROMEDIO	27.20	

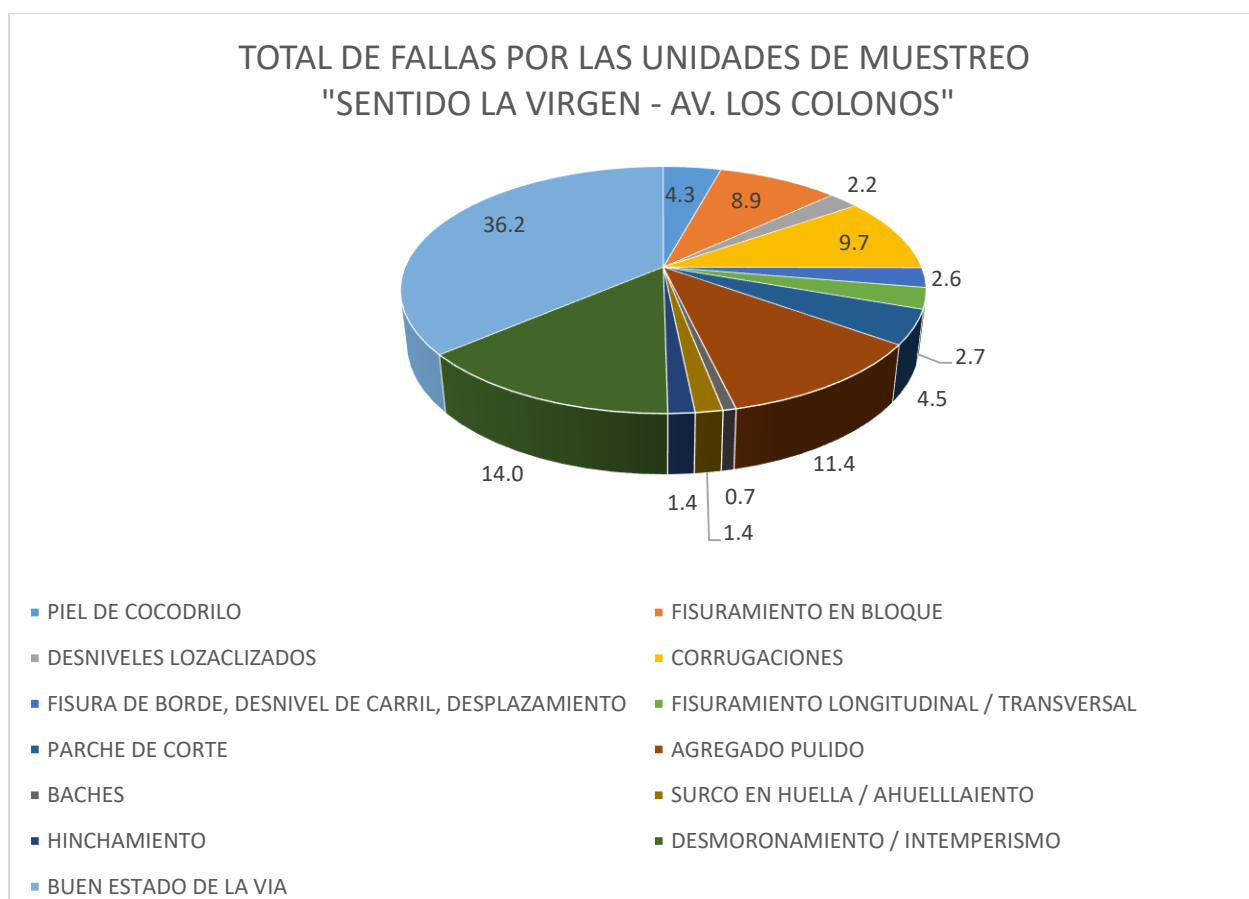
En el sentido Los Colonos – La Virgen tenemos un valor de PCI de 26,40 reflejado en la tabla 6.12, y calificándolo como un pavimento que se encuentra en Malas condiciones, siendo la más baja aquella ubicada en la unidad 10 con un valor de 12 PCI. La más alta es aquella ubicada en la unidad 1 con un valor de 44 de PCI.

Tabla 6.12. Valores de PCI obtenidos sentido “Los Colonos – La Virgen”

UNIDAD DE MUESTREO	PCI	ÁREA
1	44	195
2	30	195
3	34	195
4	16	285
5	33	285
6	17	285
7	21	285
8	19	285
9	25	285
10	12	285
11	19	285
12	26	285
13	42	285
14	31	285
15	27	285
PROMEDIO	26.40	

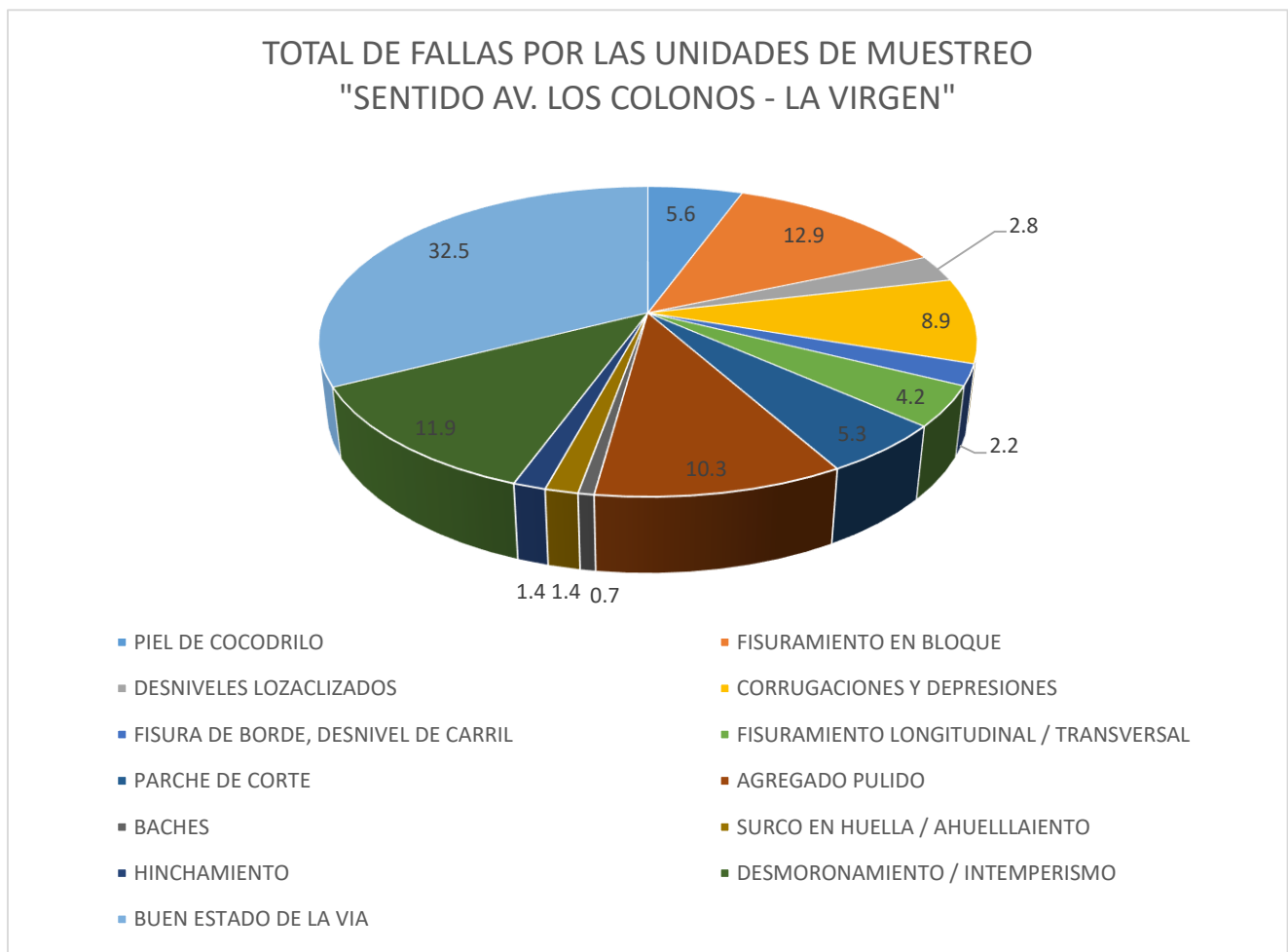
En el sentido La Virgen – Los Colonos, se analizó el porcentaje de daños que tiene la vía por las unidades de muestreo realizadas nos da como resultado que el 64.3% de este pavimento se encuentra con fallas y que solo el 35.7% se encuentra en buen estado como se indica en la figura 6.2, las cuales nos indica que las fallas más representativas son Desmoronamiento y Agregado pulido, siguiendo las Corrugaciones, Fisuramiento en Bloque, piel de cocodrilo y parches, y como puede detallarse en las Tablas y figura del ANEXO N° 4.

Figura 6.2. Total, de fallas por unidades de muestreo “sentido La Virgen- Av. Los Colonos”



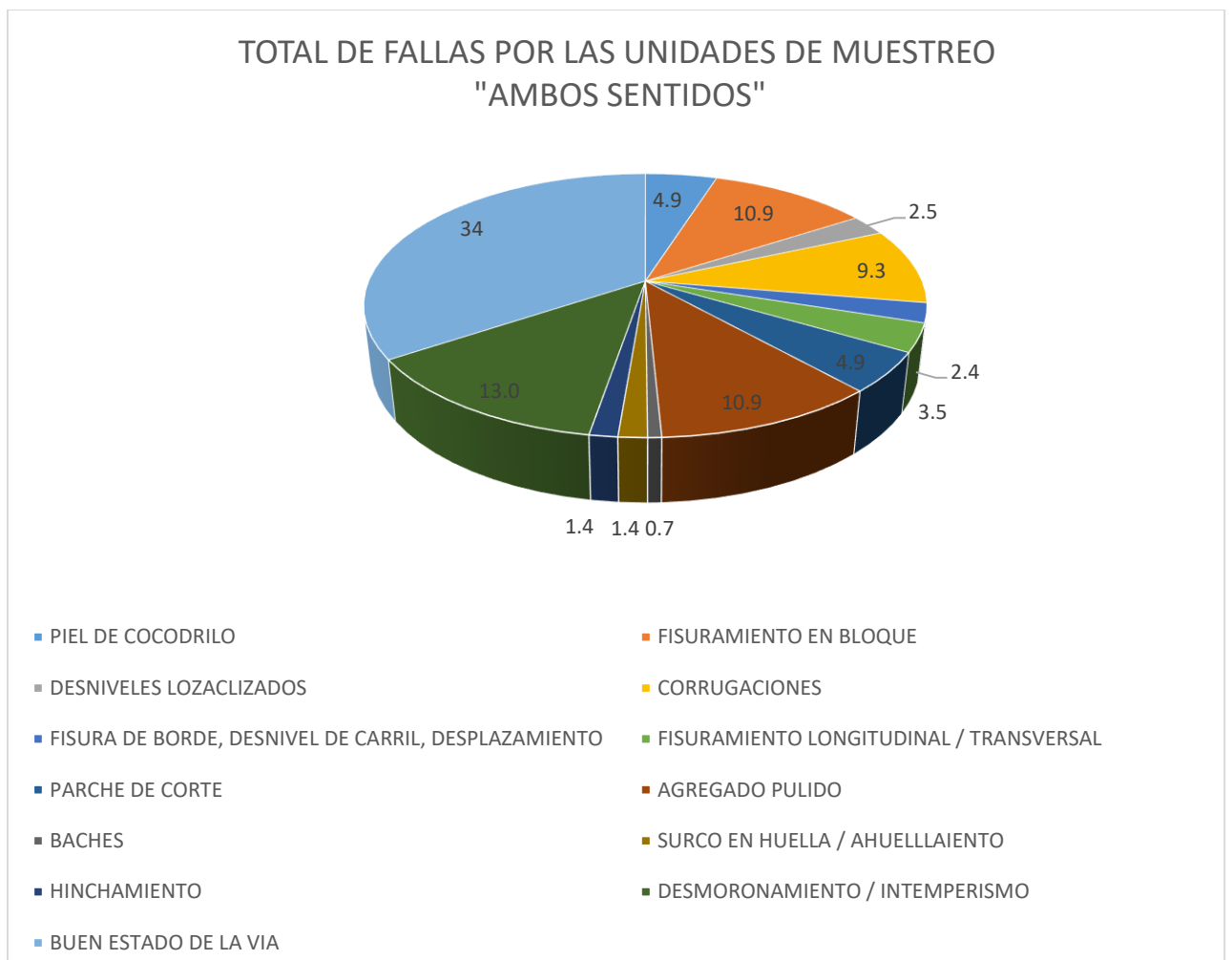
En el sentido Los Colonos – La Virgen se analizó el porcentaje de daños que tiene la vía por las unidades de muestreo realizadas nos da como resultado que el 67.5% de este pavimento se encuentra con fallas y que solo el 32.5% se encuentra en buen estado como se indica en la figura 6.3, las cuales nos indica que las fallas más representativas son Fisuramiento en Bloque, Desmoronamiento y Agregado pulido, siguiendo las Corrugaciones y piel de cocodrilo, como puede detallarse en las Tablas y figuras del ANEXO N° 4.

Figura 6.3. Total, de fallas por las unidades de muestreo “sentido Av. Los Colonos – La Virgen”



Analizando las fallas de manera general en ambos sentidos el porcentaje de daños que tiene la vía por las unidades de muestreo realizadas nos da como resultado que el 66% de todo el pavimento se encuentra con fallas y que solo el 34% se encuentra en buen estado como se indica en la figura 6.4, las cuales nos indica que las fallas más representativas Desmoronamiento, Fisuramiento en Bloque y Agregado pulido, siguiendo las Corrugaciones, piel de cocodrilo y parches, como puede detallarse en las Tablas y figuras del ANEXO N°4.

Figura 6.4. Total, de fallas por las unidades de muestreo “Ambos sentidos”



6.5. ANÁLISIS DE LA SUBRASANTE

Para el análisis de la estructura del pavimento se lo realizó mediante la excavación de pozos a cielo abierto, con el propósito de ver la estructura del pavimento existente y tampoco no invadir toda la calzada para el paso de los vehículos como se puede observar en el ANEXO N° 5.

La excavación de los pozos a cielo abierto, se realizó atendiendo a la homogeneidad de los materiales existentes y a la experiencia recabada en el trabajo que se ejecuta, realizándose 10 calicatas.

La ubicación de las calicatas realizadas para la obtención de las muestras de los materiales que forman la cimentación del pavimento se realizó conforme al siguiente detalle:

Tabla 6.13. Ubicación de las Calicatas

Calicata No.	Abscisa (*)	Lado	Sub-base clase 3 (cm)	carpeta asfáltica (pulg)
1	0 + 000	Derecho	80	3
2	0 + 000	Derecho	60	3
3	0 + 500	Derecho	60	3
4	0 + 500	Derecho	50	3
5	1 + 000	Derecho	50	3
6	1 + 000	Derecho	50	3
7	2 + 000	Derecho	50	3
8	2 + 000	Derecho	50	3
9	3 + 000	Izquierdo	50	3
10	3 + 000	Izquierdo	50	3

Se pudo establecer, que existe un material en los espaldones que corresponde a sub – base.

De acuerdo a la zonificación que tiene Santo Domingo por el tipo de suelo y porque la Avenida Quevedo se encuentra construida en dos zonas diferentes con una estructura de pavimento diferente como indica la tabla 6.14.

La Avenida Quevedo está ubicada en la zona 2 y 4 cuyos CBRs están entre 6.36; 9.79 y 9,29, como lo describe la tabla 6.15, cuya estructura del pavimento es la siguiente:

Tabla 6.14. Estructura del pavimento en la Zona 2 y 4.

ZONA 2	ZONA 4
Capa de rodadura 7.50 cm	Capa de rodadura 7.50 cm
Base granular 18.00 cm	Base granular 18.00 cm
Subbase granular 30.00 cm	Subbase granular 28.00 cm
Mejoramiento de subrasante 31.00 cm	

Los datos de ensayos realizados a la subrasante del tramo, para obtener los distintos valores de CBR en cada abscisa de la vía en estudio y que fueron tabulados para obtener la información idónea de las condiciones del suelo de fundación o subrasante, sobre la cual irán las distintas capas de la estructura del pavimento.

Tabla 6.15. ZONAS Y VALORES DE CBR.

No.	ZONA	ABSCISA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	C.B.R.	PROMEDIO CBR
1	2	0 + 000	A1	0.90	7.01	6.36
2		0 + 000	A2	1.50	6.06	
3		0 + 500	B1	0,90	6.53	
4		0 + 500	B2	1.50	5.84	
5	4	1 + 000	C1	0.90	10.85	9.79
6		1 + 000	C2	1.50	8.72	
7	4	2 + 000	D1	0.90	10.05	9.29
8		2 + 000	D2	1.50	9.45	
9		3 + 000	E1	0.90	8.67	
10		3 + 000	E2	1.50	8.98	
PROMEDIO					8.22	8.48

6.6. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

La vía estudiada como se describió anteriormente la avenida se dividió en dos tramos, ya que cada uno tiene una sección transversal diferente, como se indica en las figuras 6.5 y 6.6, de las dimensiones de la calzada de cada una de ellas. El TPDA calculado de vehículos livianos buses y pesados es de 20.032 vehículos por día, como se describe en la proyección vehicular descrito en el ANEXO N°2.

Figura 6.5. Características del Tramo 1 “La Virgen – Av. Abraham Calazacón”

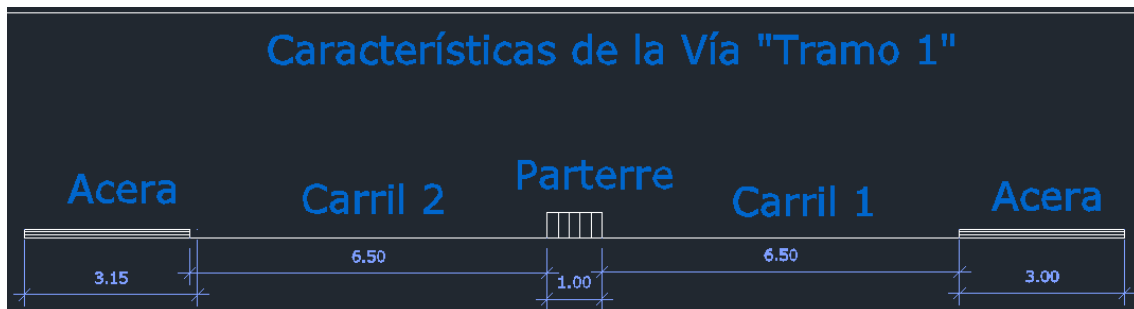
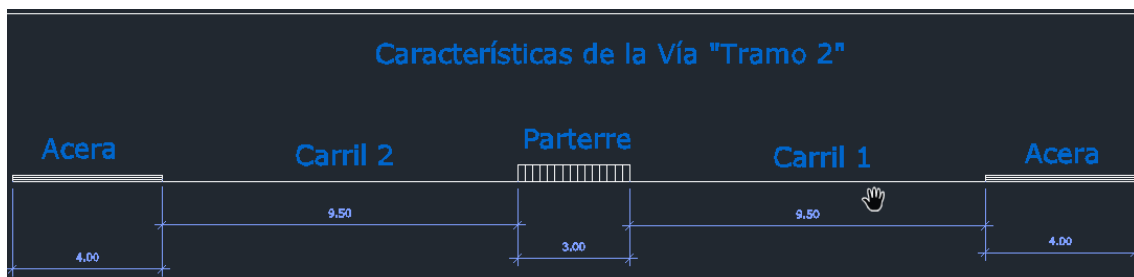


Figura 6.6. Características del Tramo 2 “Av. Abraham Calazacón – Los Colonos”



La propuesta para los trabajos de mantenimiento se sujetará a las normas y Especificaciones Generales para construcción de puentes y caminos MTOP-001-E-2000, y la NEVI-12 volumen 3 y volumen 6, descritos en el ANEXO N°6 y ANEXO N°7, respectivamente.

6.7. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Según los datos obtenidos en campo, así como también, la información existente en los organismos seccionales de Santo Domingo, el paso a seguir es interpretar los resultados tomando en cuenta con las normas y especificaciones que brinda el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

6.7.1. INVENTARIO

Durante el recorrido de campo como parte inicial para observar, y determinar el estado actual de la vía, como primera impresión se observaron que, las características

de diseño geométrico son aceptables y están dentro de las Normas del MTOP, ya que desde la abscisa 0+000 hasta la 3+040 la vía se atraviesa por un sector de desarrollo urbanístico importante y en su trazado se respetan los criterios de diseño, tanto en el sentido horizontal y vertical.

6.7.2. TRÁFICO

El TPDA total que soporta la vía es de 20.032 vehículos/día, y con la proyección que se dará para los 10 años de 27.967veh-día y a los 20 años este tráfico llegará a 39.154 vehículos/día, y todo esto de acuerdo a las tasas de crecimiento que rigen en la Provincia de Santo Domingo, el TPDA entre vehículos pesados y buses, actual es de 3.044 vehículos/día, no se considera los vehículos livianos porque no representa una afectación a la estructura del pavimento, entonces se clasificaría como una vía clase 2 descrito en el conteo vehicular del ANEXO N°2.

6.7.3. SUBRASANTE

La subrasante según los CBR tomados indica que tenemos un valor de CBR diseño de 9.45%, con una frecuencia asumida del 80%. El Promedio de CBR de la Subrasante es de 8.22%, lo que representa que el material de la subrasante es de condiciones media, todo esto se desarrollará en la propuesta para el mantenimiento del pavimento del capítulo siguiente.

6.7.4. CAPA DE RODADURA

Además de ello el propósito para el cual se desarrolla este tema de investigación, deja ver en evidencia la poca intervención que ha tenido la vía a lo largo de su vida útil, y con todo esto se vuelve más fácil la designación de la intervención a la cual se deberá exponer para lograr un mantenimiento que cumpla con las características propias de esta clase de vía. La capa de rodadura presenta un deterioro casi completo, a lo largo de todo el trazado, evidenciando la presencia de:

- Fisuras longitudinales y transversales
- Baches con severidad baja predominantes
- Desniveles, hinchamientos y parches.
- Ahuellamiento (Surco en Huella) y Fisuramiento en bloque
- Piel de cocodrilo en un porcentaje muy alto.
- Desmoronamiento/ Intemperismo con un porcentaje muy alto
- Corrugación y Agregado Pulido con un porcentaje alto

Se logra demostrar que de acuerdo a lo expuesto el mantenimiento de la vía es primordial y urgente.

El sistema PAVER, con los planes de mantenimiento que se derivan de éste, se podrá generar y elaborar Acciones de Mantenimiento para mejorar las condiciones de la vía, y de esta manera poder reducir los costos de operación de los vehículos, para esta vía objeto del presente estudio y para las vías aledañas de la ciudad de Santo Domingo, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Capítulo 7

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

7.1. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO

7.1.1. EVALUACIÓN FUNCIONAL

Los parámetros que se basó esta investigación para la evaluación de la Avenida Quevedo fueron el IRI y el PCI. De tal manera de tener una percepción más clara del estado actual de la vía.

El sentido La Virgen – Los Colonos tiene un IRI promedio de 8,36, lo que significa que pavimento de la vía se encuentra en estado mal en función del IRI. Aplicando las ecuaciones de correlaciones entre IRI y PSI, el valor de 1,09 PSI obtenido de la ecuación propuesta por Patterson nos dice que el pavimento de la vía en función de su Serviciabilidad se encuentra en un estado Malo. Aplicando las ecuaciones de correlaciones entre IRI y PCI, el valor de 37,41 PCI obtenido de la ecuación propuesta por un Estudios de la Región Atlántico Norte de Estados Unidos nos dice que el pavimento de la vía en la escala estándar del PCI el tramo se encuentra en un estado Malo.

Mediante el Sistema PAVER el PCI en este sentido es de 27,2 y según la escala estándar del PCI, el pavimento de este tramo de la Avenida Quevedo se encuentra en una condición mala. Las fallas predominantes son desmoronamiento de agregados, y agregado pulido, pero las fallas que mayor impacto ocasionan daños al pavimento son Fisuramiento en bloque, corrugación, y piel de cocodrilo que son las siguientes en presentarse en toda la vía se producen debido a la mala elección de la mezcla asfáltica colocada, la cual no fue resistente a las cargas del tránsito, así como la presencia del ahuellamiento, parches, hinchamiento, fisuras longitudinales/ transversales y fisuras de borde acompañado de baches y desniveles.

El sentido La Virgen – Los Colonos tiene un IRI promedio de 7,05, lo que significa que pavimento de la vía se encuentra en estado malo en función del IRI. Aplicando las ecuaciones de correlaciones entre IRI y PSI, el valor de 1,39 PSI obtenido de la ecuación propuesta por Patterson nos dice que el pavimento de la vía en función de su Serviciabilidad se encuentra en un estado Malo. Aplicando las ecuaciones de correlaciones entre IRI y PCI, el valor de 40,49 PCI obtenido de la ecuación propuesta por un Estudios de la Región Atlántico Norte de Estados Unidos nos dice que el pavimento de la vía en la escala estándar del PCI el tramo se encuentra en un estado Regular.

Mediante el Sistema PAVER el PCI en este sentido es de 26,4 y según la escala estándar del PCI, el pavimento de este tramo de la Avenida Quevedo se encuentra en una condición mala. Las fallas predominante es el Fisuramiento en bloque, siguiéndole el desmoronamiento de agregados y agregado pulido, pero las fallas que mayor impacto ocasionan daños al pavimento son Fisuramiento en bloque, corrugación, parche y piel de cocodrilo que son las siguientes en presentarse en toda la vía se producen debido a la mala elección de la mezcla asfáltica colocada, la cual no fue resistente a las cargas del tránsito, así como la presencia del ahuellamiento, hinchamientos, fisuras longitudinales/ transversales y fisuras de borde, acompañado de baches y desniveles.

Según los datos obtenidos y mediante el análisis de cada uno de los trabajos de campo realizados se puede calificar que ambos sentidos de la Avenida Quevedo se encuentran en una condición mala, ya que ambos sentidos tienen valores muy similares de IRI y PCI por lo que es necesario realizar un mantenimiento mayor, según la calificación del Manual del PCI, además de manera en general se analizó las unidades de muestreo en ambos sentidos que la vía se encuentra afectada en un 66% de fallas analizadas anteriormente y que solo tal vez un 34% de la vía se encuentra en buen estado como se muestra en la figura 6.4.

Finalmente, el pavimento de la Avenida Quevedo en caso de no realizarse el mantenimiento, el deterioro del pavimento incrementaría significativamente en los próximos meses y por lo tanto los costos serían aún mayores.

7.1.2. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

En ambos sentidos de la vía, el pavimento posee tramos en los cuales su estructura se encuentra en buenas condiciones y otros tramos en los cuales su estructura está en condiciones regulares.

Con la realización de calicatas y mediante la inspección de cómo está compuesta la estructura en ambos tramos como se puede observar en el Anexo 5, se puede observar que la estructura es fuerte, esto se corrobora con las consultas sobre los espesores de las capas colocadas desde su construcción hasta nuestros días, con un desgaste significativo en la capa de rodadura de 1 pulgada y media aproximadamente. Es por ello que se considera tratar de mantener la misma estructura, solucionando los daños superficiales de la carpeta asfáltica; reforzándola a esta última con una nueva carpeta asfáltica.

A pesar que en el análisis del PCI se observan ahuellamientos, estos no son por fallas estructurales, dichos ahuellamientos se producen debido a la mala elección de la mezcla asfáltica colocada, la cual no fue resistente a las cargas del tránsito y se produjo un ahuellamiento en la huella de la rueda de carga y un levantamiento a un costado de la misma. Lo cual se puede apreciar en las fotos del ANEXO N°4 correspondiente al PCI.

7.2. FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA

Una vez obtenido los resultados de cada uno de los trabajos de campo y analizado cada una de ellas, la evaluación del estado del pavimento se encuentra en condición mala de acuerdo al IRI, PSI y PCI, por lo cual la avenida necesita una intervención de mantenimiento urgente para que la vía recupere sus condiciones óptimas para el servicio de los usuarios que transitan en ella y el tipo de mantenimiento deberá ser optimo, tomando en cuenta también el costo del mantenimiento y su efectividad.

7.3. PROPUESTA DE MANTEMIENTO

Entonces por tratarse de una Avenida de gran interés y de desarrollo dentro de la ciudad de Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, se ha dado la importancia para iniciar con Acciones de Mantenimiento Mayor total de la avenida Quevedo y por ende que sirva como Modelo y que sus datos sean utilizados como un ejemplo para el mejoramiento de la red vial Provincial.

Teniendo en cuenta los resultados de la vía en estudio, se puede considerar las posibles soluciones más factibles y económicas de mantenimiento para esta clase de vía y dependiendo de las características de cada una de las otras vías en las que se requiera aplicar este sistema se considera las siguientes soluciones:

- En la avenida Quevedo según el estudio realizado, se recomienda un fresado de la carpeta actual, dando un tratamiento a la capa de rodadura, esta operación comprende los trabajos de reconstrucción con mezcla asfáltica en caliente de las capas bituminosas, en parte o en su total espesor.
- Se utilizara el material reciclado (material que se encuentra colocado en la estructura del pavimento y puede ser considerado para ser reutilizado, en la nueva estructura vial, si este ha sido aprobado el estudio justificativo de los espesores y características de las capas del pavimento, y este no haya perdido sus características iniciales), este trabajo se lo ejecutara con la ayuda de una maquinaria llamada recicladora de asfaltos, para colocar una capa de carpeta asfáltica nueva, por tener un 66% de deterioro en la capa de rodadura actual en toda la vía.
- Las ventajas de utilizar la remoción por fresado es que brinda una excelente alternativa para evitar varios problemas que se presentan en el momento de la colocación de capas asfálticas, en vías urbanas como es el presente estudio. Además, es excelente para remover corrugaciones y elevaciones, alisar superficies deformadas, así como de disminuir el ahuellamiento debido a las

excesivas cargas de tránsito. El fresado es muy utilizado en vías multicarriles, siendo muy beneficioso porque permite remover con precisión el carril fallado, y aplicar el respectivo correctivo; colocar el refuerzo que este requiere, muchas veces no necesariamente toda la calzada y resultando muy económica.

- Otra ventaja muy importante de la remoción por fresado es que no ocasiona daños a las bases y capas inferiores, además como lo anterior mencionado la reutilización del material removido, y el causar poca molestia al tráfico como es la rehabilitación de una vía.

Lo que se busca con la propuesta es dejar un estudio de evaluación y una propuesta de mantenimiento, y al realizarlo beneficiaría a varios sectores de la ciudad y con ello dar el servicio que se merecen los habitantes del sector, respecto a comodidad en el viaje seguridad, reduciendo los costos de operación, consumo de combustibles, repuestos de los vehículos, tiempos de viaje, que al momento son altos, logrando tener una rehabilitación total de la vía.

7.3.1. REASFALTADO

La estructura actual del pavimento tiene ya 20 años aproximadamente desde que se construyó, con un espesor de 7.50 cm; consideramos que ha terminado la vida útil; sin embargo, de ello, ésta se presenta en condiciones estables, con el agravante que en época invernal aflora los llamados baches los mismos que con la oportuna intervención de un bachado o parchado se ha logrado mantener a la vía en buenas condiciones. Sin embargo, la carencia de un mantenimiento oportuno a otras fallas a lo largo de la vía ha logrado que la vía deteriore su capa de rodadura al nivel de que no brinde un nivel de servicio adecuado.

Consideramos que es oportuno un adecuado mantenimiento mayor definitivo de la Av. Quevedo más aún si consideramos que es una vía principal y de ingreso al centro de la ciudad, para lo cual se hizo un diseño del pavimento con los resultados obtenidos de tráfico actual de la vía para obtener un Numero Estructural (SN) que soporte las cargas

de transito actuales y previstas para un periodo de diseño de 10 años, siguiendo la metodología ASSHTO 93.

7.4. DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MÉTODO AASHTO 93

Se basa principalmente en identificar el Número Estructural (SN), capaz de soportar las cargas producidas por el flujo vehicular según el estudio de tránsito.

El método AASHTO introduce el concepto de Serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para ofrecer una superficie lisa, suave y confort al usuario. Para determinar el número estructural SN requerido, el método AASHTO 93 proporciona una ecuación de diseño y una gráfica. La fórmula de diseño es:

Ecuación 7.1:

$$\text{Log}W18 = ZR * S0 + 9.36 * \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.23 * \text{Log}MR - 8.07$$

FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

Dónde:

W18 = Número de ejes equivalentes para el período de diseño seleccionado (ESAL's).

ZR = Desviación normal estándar.

S0 = Desviación estándar.

ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad.

Mr = Módulo de resiliencia efectivo, en psi.

SN = Numero estructural

7.4.1. ÍNDICE DE SERVICIO

Es la condición necesaria que se da al pavimento para un funcionamiento que brinde seguridad y confort a los usuarios de la vía. El índice de servicio (Po) define la condición inicial del pavimento es decir que está relacionado directamente con la calidad de

construcción y diseño del pavimento, este valor va desde 0 (para el pavimento de pésimas condiciones) a 5 (para el pavimento en excelentes condiciones) como se muestra el Tabla 7.1, esta cifra va decreciendo conforme va transcurriendo el tiempo hasta llegar a un estado límite de servicio capaz de ser tolerado, denominado índice de servicio final (Pt). Los valores recomendados para el diseño del pavimento flexible según la Guía AASHTO-93 son:

Pt=2.5 (Autopistas y vías principales)

Pt = 2.0 (Carreteras secundarias y demás carreteras)

Tabla 7.1. Índice de Servicio

Índice de Servicio	Valoración
0 – 1	Muy Mala
1 – 2	Mala
2 – 3	Regular
3 – 4	Buena
4 – 5	Muy Buena

FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

En el presente diseño se adopta un valor final de 2,5 al tratarse de una vía principal, con un índice de servicio inicial de 4,2. Una vez establecido Po y Pt, se aplica la siguiente ecuación para definir el cambio total en el índice de servicio.

Tabla 7.2. Cálculo del Índice de Servicio

Po = Índice de Servicio Inicial (Po= 4,2)

P(t) o Im = Importancia o Índice de Servicio Final (Im = 2.5 para Autopistas y vías principales)

Po	4.2	Mala
Importancia media	2.5	
$\Delta PS = P_o - I_m$	1.7	

7.4.2. CONFIABILIDAD (R)

Es la probabilidad de que el pavimento diseñado se comporte de una manera eficaz durante toda la vida útil del proyecto, bajo las condiciones de uso a las que esté sometida y que las fallas estén por debajo de los niveles permisibles para un desempeño satisfactorio del pavimento. La Guía AASHTO, sugiere los siguientes niveles de confiabilidad R, de acuerdo al tipo de carreteras.

Tabla 7.3. Valores del Nivel de Confianza (R)

TIPO DE CAMINO	ZONAS URBANAS	ZONAS RURALES
Autopistas	85 - 99,9	80 - 99,9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 - 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 - 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 - 80

FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

Tomando en consideración que la carretera se clasifica como caminos de primer orden, se considera un nivel de confiabilidad de 95%.

7.4.3 DESVIACIÓN NORMAL ESTÁNDAR (ZR)

Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la Confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

Tabla 7.4. Valores de Zr en la curva Normal para diversos Grados de Confiabilidad

Confiabilidad (R)	Valor de ZR	Confiabilidad (R)	Valor de ZR
50	0	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.34	99.9	-3.09
92	-1.405	99.99	-3.75

FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

Se adopta una confiabilidad del 95% correspondiente a $Z_r = -1.645$.

7.4.4. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (SO)

Este factor evalúa los datos dispersos que configuran la curva real de comportamiento del pavimento. El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO se encuentra entre los siguientes valores: $0,40 \leq S_o \leq 0,50$.

Se adopta un valor de $S_o = 0.40$

7.4.5. DETERMINACIÓN DEL TPD DE DISEÑO

Ecuación 7.2: $TPDA_f = TPDA_o (1 + i)^n$

Donde:

TPDA_f = Trafico Promedio Diario Anual futuro

TPDA_o = Trafico Promedio Diario Anual Actual

i= Tasa de Crecimiento Vehicular

n= Periodo de Diseño

Del estudio de tráfico se determinó el TPDA actual y futuro, como se muestra en la tabla 7.5, donde la Tasa de crecimiento vehicular promedio es de 2,68% y para un periodo de diseño de 10 años, se considera 10 años por que la cantidad de vehículos en 20 años sobrepasaría la resistencia de la estructura del pavimento actual para ello se necesitaría una nueva reconstrucción de la vía, por lo que este estudio lo que pretende es mantener la misma estructura, pero mejorando su nivel de servicio.

Tabla 7.5. Proyección del TPDA para 10 años y su Composición Vehicular

TIPO	to	TPDA i	%	TPDA f
livianos	0	0	0.00	0
Buses				
2DB	1598	1879	78.22	2082
2 DA	0	0	0.00	0
2 DB	410	482	20.05	533
3A	35	42	1.73	46
Total	2043	2403	100	2661

7.4.6. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DE CARRIL (FDC)

En una carretera de seis carriles, tres en cada sentido el factor de distribución por carril es 60%, pero se considera un factor ponderado del 30% como es el caso del presente estudio.

Tabla 7.6. Factores de Distribución de Carril (Fc, Fd)

Numero de Calzadas	Numero de Sentidos	Número de Carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado "Dt" (Fd x Fc) para carril de diseño
1 calzada (para IMDs total de la Calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDs total de las dos calzadas)	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentido	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentido	4	0.50	0.50	0.25

FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

7.4.7. CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL´S).

Esta determinación solo se realiza únicamente con los vehículos pesados, consiste en transformar el tráfico proyectando a ejes simples de cargas equivalente de 18000 lbs. Se calcula un factor de carga que depende de la tipología de los vehículos pesados.

Una vez determinado los factores de carga equivalentes se procede al cálculo del número de ejes equivalentes ESAL´s por sus siglas en inglés, Equivalente Simple Axial Load, se determina con la siguiente ecuación 7.3:

Ecuación 7.3: $ESAL = TPDA \text{ (diseño)} * 365 * n * FCE * \% DTC$

Dónde:

TPDA (diseño) = [TPDA (actual) + TPDA (futuro)] / 2







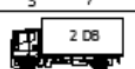


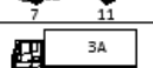


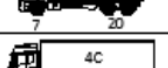


n = Período de diseño

FCE = Factor de carga equivalente

DTC = Distribución de tráfico por carril (30%)

Los factores de carga se obtienen mediante la carga que transmite los vehículos pesados en base a su capacidad, según su tipología de acuerdo a la Figura 7.1.

Figura 7.1. Tipo de vehículo y Carga por ejes.

CUADRO DEMOSTRATIVOS DEL TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN			PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
						largo	Ancho	Alto
2 D				CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA				CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB				CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A				CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10
4-C				CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10

FUENTE: (MTOP, 2013)

Una vez obtenido los factores de carga se procede al cálculo de número de ejes equivalentes (ESAL's). A continuación, se presenta la composición de vehículos pesados y los factores de cargas equivalentes.

Tabla 7.7. Calculo del Factor de Carga Equivalente

Factor Equivalente para cada eje.				
Ecuacion para ejes Simples				
$F_{ss} = \left(\frac{L_{ss}}{6,6}\right)^4$	Lss =	7		
	Fsd =	1.27		
Ecuaciones para ejes Dobles				
$F_{sd} = \left(\frac{L_{sd}}{8,2}\right)^4$	Lsd =	11		
	Fss =	3.24		
Ecuaciones para ejes Tridem				
$F_t = \left(\frac{L_t}{15}\right)^4$	Lt =	20		
	Ft =	3.16		
Ecuaciones para ejes Tandem				
$F_{tr} = \left(\frac{L_{tr}}{23}\right)^4$	Ltr =	24		
	Ftr =	1.19		
FACTOR DE CARGA EQUIVALENTE DE 8,2 TON.				
TIPO	C total	C eje	%	FCE
Autos	0	0	0.00	0.00
Camionetas	0	0	0.00	0.00
Buses 2DB	18	7	78.22	0.990
		11		2.533
2 DB	18	7	20.05	0.254
		11		0.649
3A	27	7	1.73	0.022
		20		0.055
				4.502

Una vez obtenido los factores de carga se procede al cálculo de número de ejes equivalentes (ESAL's), como presenta la Ecuación 7.3:

$$N(8,2 T) = TPDA \text{ diseño} \times 365 \times Dtc \times n \times Fce$$

Donde:

$$TPDA \text{ diseño} = (TPDA i + TPDA f) / 2$$

N = Periodo de diseño (10 años)

FCE = Factor de Carga Equivalente (4.502)

DTC = Distribución de tráfico por Carril (30%)

$$N(8.2T) = 12482750 = 12.5 \times 10^6$$

7.4.8. DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO DE LA SUB-RASANTE

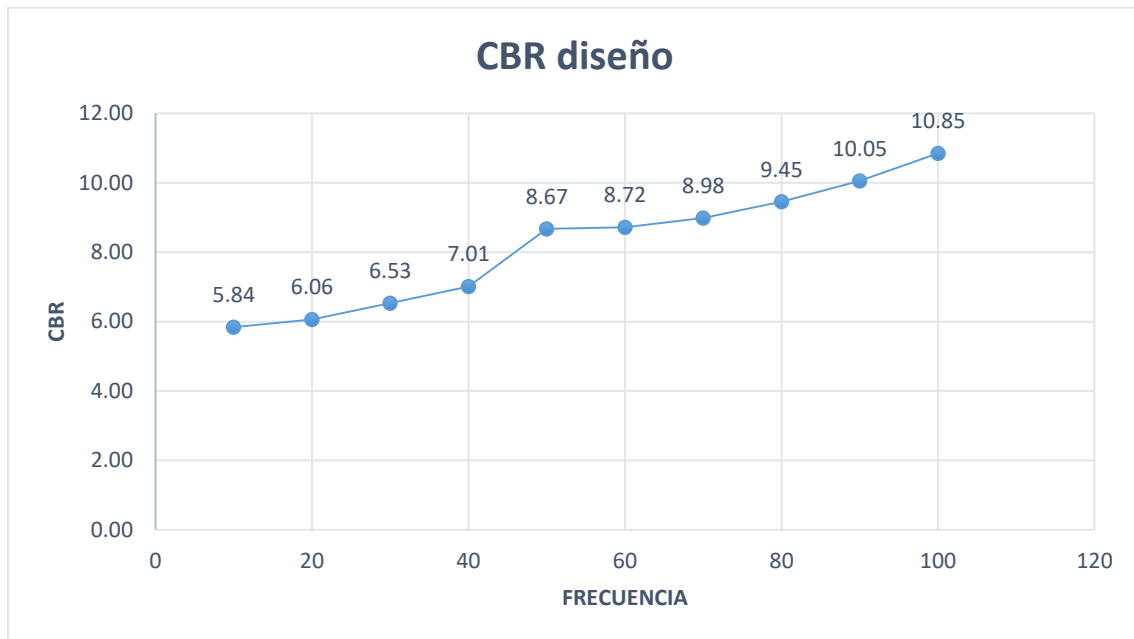
Este factor de soporte está directamente relacionado con los ensayos realizados de CBR sobre el suelo donde va servir de fundición para el pavimento (sub-rasante), el método AASHTO no utiliza los valores obtenidos del ensayo CBR como método de medida de la resistencia del suelo, sino que en base a varios ensayos realizados en EEUU se ha realizado una escala de capacidad de soporte de suelos. Se adoptó una escala de capacidad de soporte de los suelos que va de 1 a 10, estos tienen correlación con el CBR, el índice de grupo y el factor regional. Se realizó la tabla 7.8, detallando los valores de CBR con una columna con frecuencias del tramo analizado para próximamente realizar una gráfica y poder obtener nuestro CBR de diseño.

Tabla 7.8. Valores de CBR en Relación a la Frecuencia

No.	FRECUENCIA	C.B.R. Descendente
10	100	10.85
9	90	10.05
8	80	9.45
7	70	8.98
6	60	8.72
5	50	8.67
4	40	7.01
3	30	6.53
2	20	6.06
1	10	5.84

Se asume un valor de frecuencia del 80%, donde se corta la curva y se obtiene según muestra el gráfico 7.2, el valor de CBR de 9.45 el mismo que será utilizado como CBR de diseño, a partir de este valor se determina el módulo de resiliencia con la siguiente ecuación 7.4.

Figura 7.2. Grafica del CBR - Frecuencia



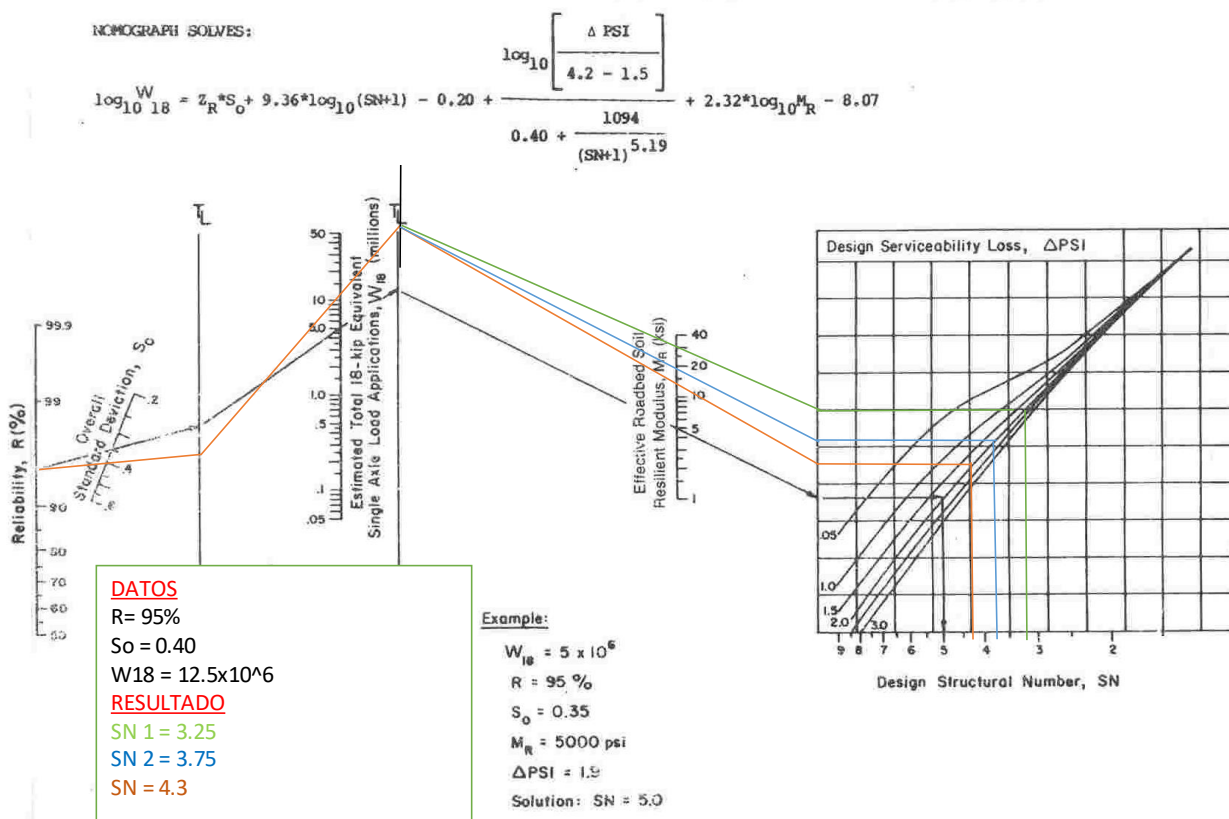
Ecuación 7.4: $MR (psi) = 1500 * CBR$; para $CBR < 10 \%$

$$MR (psi) = 1500 * 9.45 = 14175 \text{ psi.}$$

7.4.9. CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

La metodología AASHTO tiene como propósito final encontrar el Número Estructural que representa la resistencia que tendrá el paquete estructural de pavimento en base al CBR de diseño de la sub-rasante, confiabilidad, factor regional, número de ejes equivalentes de 8180 kg e índice de servicio, como ya se conoce los datos mencionados, se procede a ingresar en el monograma que se indica en la figura 7.3, finalmente se tiene el número estructural requerido $SN = 4.3$.

Figura 7.3. Monograma para el Diseño del Pavimento Flexible



FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

7.4.10. DETERMINACIONES DE ESPESORES POR CAPAS.

El número estructural (SN) representa el espesor total de la estructura del pavimento y ésta debe ser transformada al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirá. Para esta finalidad se utiliza la siguiente ecuación, que permite obtener los espesores de la carpeta asfáltica, base y sub-base.

Ecuación 7.5: Numero Estructural (SN)

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Dónde:

a₁, a₂, y a₃: Coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica, base y sub-base respectivamente.

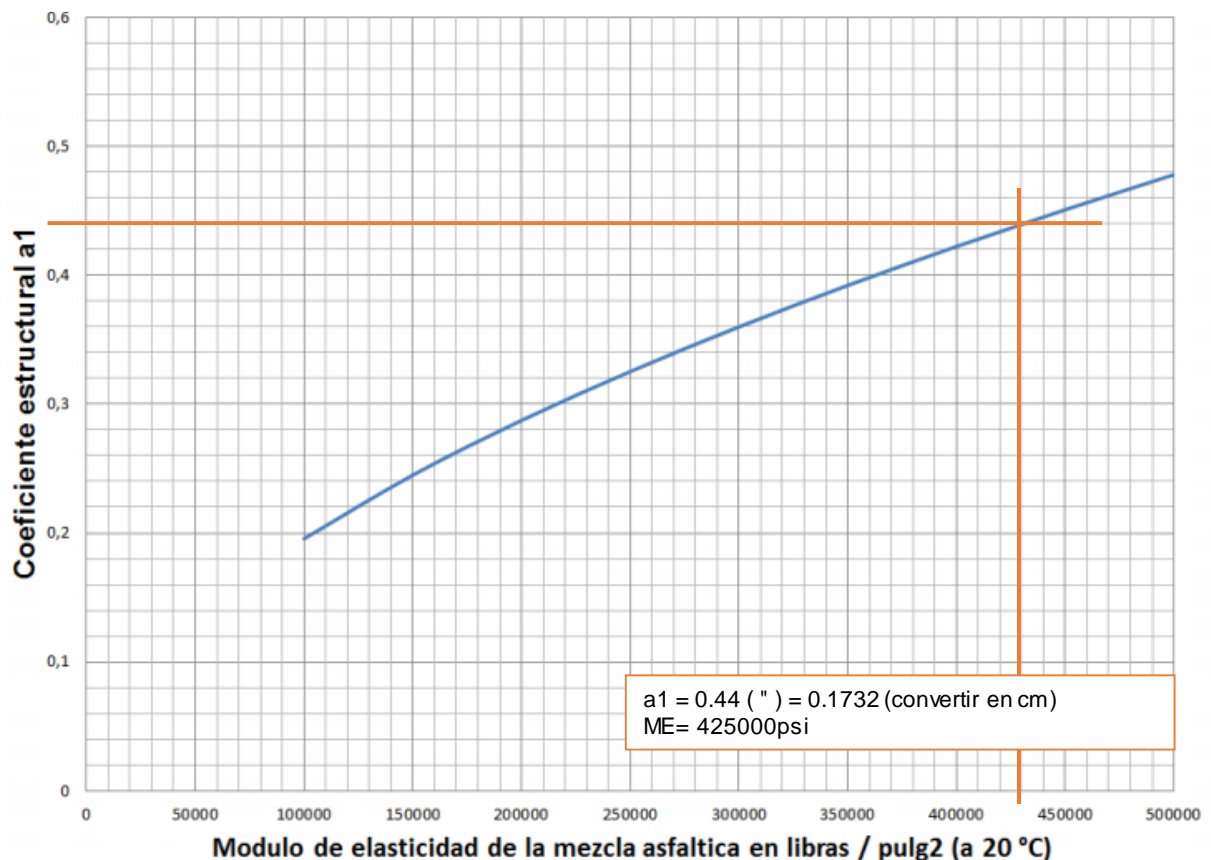
D₁, D₂ y D₃: Espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

m₂, y m₃: Coeficientes de drenaje para la base y sub-base respectivamente.

7.4.10.1. COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA (a_1)

El coeficiente estructural para carpeta asfáltica en caliente está en función del módulo de elasticidad y de la estabilidad Marshall. De acuerdo a la estabilidad Marshall del Concreto Asfáltico consideramos 1000 lbs. AASHTO T245 recomendado para pavimentos flexibles, se tiene un módulo de elasticidad de 400000 psi, con el que se ubica en la figura 7.4, y se obtiene el coeficiente estructural $a_1 = 0.44$.

Figura 7.4. Coeficiente Estructural para Carpeta Asfáltica



FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

7.4.10.2. COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE (a_2)

El coeficiente estructural para la base se determina mediante el material pétreo que se utiliza, los agregados deben estar limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo,

arcillas u otras materias extrañas. A continuación, se muestra la tabla de las Normas NEVI-12 para observar los tipos de clase de material de base en función del tipo de carretera.

Tabla 7.9. Recomendaciones para uso de material Base

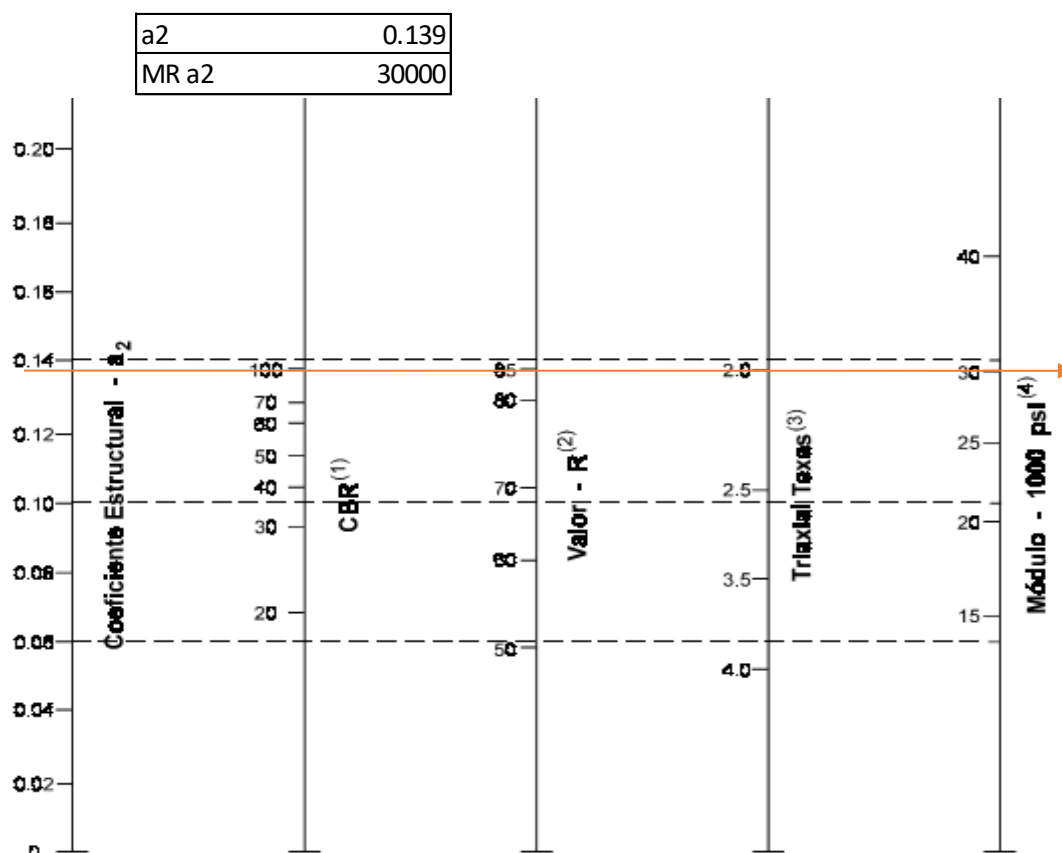
MATERIAL ESPECIFICADO	TIPO DE CARRETERA	Nº CARRILES	TPDA
BASE CLASE 1	Para uso principal en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de trafico.	8 a 12	> 50.000
BASE CLASE 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho minimo por carril de 3.65 m. Se incluye franja central desde 2 a 4 m.	2 a 6	8.000 a 50.000
BASE CLASE 3	Vías intenas de urbanizaciones con bajo nivel de trafico.	2 a 4	1.000 - 8.000
BASE CLASE 4	Caminos Vecinales.	2	> 1.000

FUENTE: (MTOP, 2013)

En el presente trabajo considera una vía urbana con alto nivel de tráfico, y de acuerdo con información proporcionada por la ficha técnica del municipio el tipo de material utilizado es Base clase 1.

Según el (MTOP, 2013, pág. 372) La Base Clase 1: El límite líquido de la fracción que pasa el tamiz N° 40 debe ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados debe ser menor del 40% y el valor de soporte de CBR debe ser igual o mayor al 80%. Con estas consideraciones se ingresa a la figura siguiente con el CBR = 99.4%; en el ANEXONº5, el cual es obtenido de los resultados de la obtención de muestras alteradas de la Base del Pavimento de la Avenida Quevedo. Finalmente, en la figura 7.6, se obtiene: $a_2 = 0.139$, $M_r = 30000$ psi.

Figura 7.5. Coeficiente Estructural para Bases Granulares



(1) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Illinois.

(2) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de California, Nuevo México y

(3) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Texas.

(4) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

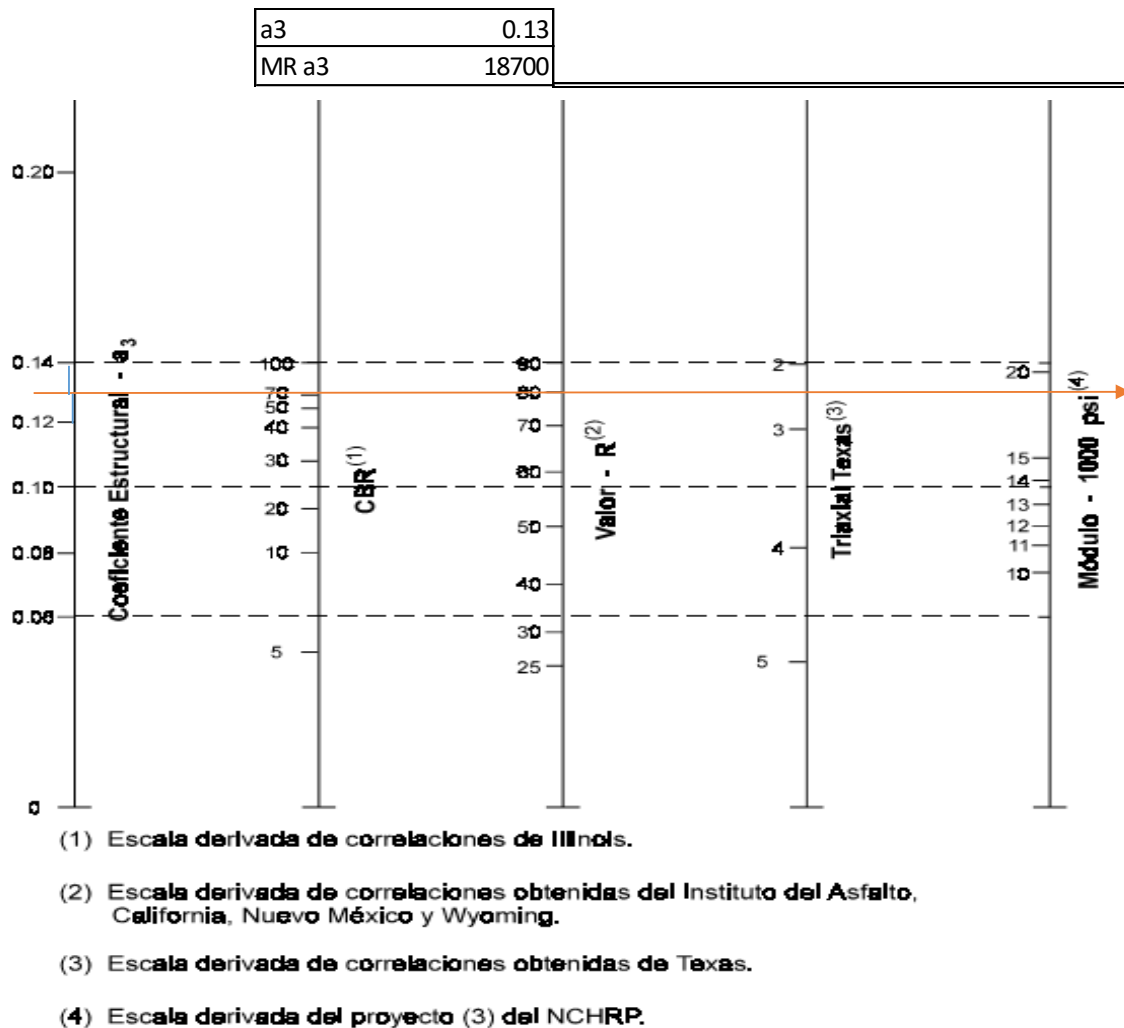
FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

7.4.10.3. COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE (a₃)

El coeficiente estructural para sub-base se obtiene mediante el material pétreo que conforma parte de esta capa. Según el (MTOP, 2013, pág. 340) indican que los agregados que se empleen deben tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles, y la porción que pase el tamiz N° 40 debe tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. En nuestro caso, la vía estudiada presenta material de Sub base clase 3, con estas

consideraciones se ingresa a la figura siguiente con el CBR = 70%; en el ANEXONº5, el cual es obtenido de los resultados de la obtención de muestras alteradas de la Sub Base del Pavimento de la Avenida Quevedo. Finalmente, en la figura 7.6, se obtiene $a_3 = 0.130$, y $M_r = 18000 \text{ psi}$.

Figura 7.6. Coeficiente Estructural para Sub bases Granulares



FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

7.4.11. DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE.

El factor de drenaje se escoge a partir de la calidad de drenaje del pavimento y el porcentaje de tiempo en el cual el pavimento estará expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación en el transcurso del año. Para el diseño se considera un

drenaje regular para períodos de tiempo entre 5% a 25%, debido a que el proyecto está expuesto a humedades moderadas a bajas. El valor asumido del factor de drenaje es 1.00, en la siguiente tabla 7.10, se puede apreciar de mejor manera el valor del coeficiente de drenaje.

Tabla 7.10. Coeficiente de Drenajes para Modificar los Coeficientes estructurales

CAPACIDAD DE DRENAJE	% De tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximo a la saturación			
	Menos del 1 %	1 al 5 %	5 al 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,2
Bueno	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,8
Malo	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,6
Muy Malo	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,4

FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

7.4.12. CALCULO DE ESPESORES DEL PAVIMENTO

Una vez definidos todos los parámetros involucrados para el diseño, se procede a calcular los espesores D1, D2, D3.

Tabla 7.11. Resumen del Cálculo de los Coeficientes Estructurales y Módulos de Resiliencia

	ai (plg)	ai (cm)	mi	Mr. (psi)
CARPETA ASFÁLTICA	0.440	0.173	-	425000
BASE	0.139	0.055	1	30000
SUB BASE	0.130	0.051	1	18700

- **Cálculo D1:**

D1 se determina a partir del módulo Resiliente de la base ($M_r = 30000$ psi) y mediante el uso de la figura No 7.3, se obtiene el número estructural $SN_1 = 3.25$, sobre la base entonces:

Ecuación 7.6:

$$SN_1 = a_1 \times D_1$$

$$D_1 = SN_1/a_1 = 3.25/0.44 = 7.39 \text{ plg.} = 7 \text{ pulgadas}$$

$$D_1 = 18 \text{ cm}$$

Ecuación 7.7:

$$SN_1 \text{ real} = a_1 \times D_1$$

$$SN_1 \text{ real} = 7'' \times 0.44 = 3.08$$

- **Cálculo D2:**

Se determina el espesor de la capa de base en función del módulo Resiliente del material de la sub-base ($M_r = 18700$ psi) y mediante el empleo de la figura 7.3, se obtiene un valor de $SN_2 = 3.75$ y corresponde al espesor de la carpeta asfáltica y la base. Teniendo en cuenta que el valor de SN_1 real es conocido (3.08), entonces se determina el espesor de la base de la siguiente manera:

Ecuación 7.8:

$$SN_2 - SN_1 \text{ real} = a_2 \times m_2 \times D_2$$

$$D_2 = (SN_2 - SN_1 \text{ real}) / a_2 \times m_2$$

$$D_2 = (3.75 - 3.08) / (0.139 \times 1) = 4.82 \text{ pulgadas} = 6 \text{ pulgadas}$$

$$D_2 = 15 \text{ cm}$$

Ecuación 7.9:

$$SN_2 \text{ real} = a_2 \times D_2 \times m_2$$

$$SN_2 \text{ real} = 0.139 \times 6'' \times 1 = 0.834$$

- **Cálculo D3**

Finalmente se determina el espesor de la capa de la sub-base a partir del número estructural total SN =4,3; obtenido de la figura 7.3, se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 7.10: $SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$
 $a_3 \times m_3 \times D_3 = SN - a_1 \times D_1 - a_2 \times D_2 \times m_2$
 $D_3 = (SN - SN_{2real} - SN_1 \text{ real}) / a_3 \times m_3$
 $D_3 = (4.3 - 0.834 - 3.08) / (0.130 \times 1) = 2.97 \text{ pulgadas} = 4 \text{ pulgadas}$
 $D_3 = 10 \text{ cm}$

Ecuación 7.11: $SN_3 \text{ real} = a_3 \times D_3 \times m_3$
 $SN_3 \text{ real} = 0.130 \times 4'' \times 1$
 $SN_3 \text{ real} = 0.52$

Tabla 7.12. Resumen de los espesores finales del Pavimentos y el SN real

C.A.	D1	7.00 plg	18 cm	SN 1	3.08
BASE	D2	6.00 plg	15 cm	SN 2	0.83
SUB BASE	D3	4.00 plg	10 cm	SN 3	0.52
SUBRASANTE				SN c	4.43

Tabla 7.13. Comprobación del $SN_c \geq SN$

Comprobación $\sum SN_c \geq SN$			
4.43	\geq	4.3	Correcto

El espesor de la carpeta asfáltica calculado es mayor que el espesor de la base, ($D_1 = 7.00 > D_2 = 6.00$) pulgadas, por lo cual resultaría antieconómico.

La AASHTO recomienda espesores mínimos de acuerdo al número de ESAL que se muestra en la Tabla 7.14, para evitar precisamente este tipo de problemas. Observando la Tabla presentada para los valores mínimos de D1 y D2 se puede corroborar que la vía necesita un mayor espesor en la capa de rodadura ya que tiene 7.50 cm (3 " aproximadamente) actualmente y que el espesor de la base que es de 18 cm (7.09") si

está dentro de los valores permitidos ya que el Valor mínimo es de 6 pulgadas en función del N(8.2T) que es de 12.5 millones aproximadamente, por lo cual se puede considerar que podemos mantener el espesor de la Base y por consiguiente de la Sub base.

Tabla 7.14. Valores Mínimos de D1 y D2 en función de ESAL's

Nº Ejes Equivalentes (ESAL'S)	Concreto Asfáltico (D1) "plg"	Base Granular (D2) "plg"
< 50.000	1 o (tratamiento Superficial)	4
50.001 - 150.000	2	4
150.001 - 500.000	2.5	4
500.001 - 2'000.000	3	6
2'000.001 - 7'000.000	3.5	6
> 7'000.000	4	6

FUENTE: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993)

El objetivo de este estudio es de proponer un plan de mantenimiento por lo cual se consideró una solución óptima tanto económica como funcional se propuso fresar la capa de rodadura y mantener la base y sub base del pavimento con los mismo espesores que tiene actualmente, para ello se procede a calcular el nuevo espesor que requiere la capa de rodadura para soportar las cargas de transito proyectadas a 10 años, a continuación se presenta los datos obtenidos en campo de cómo está compuesto la estructura del pavimento actualmente en la siguiente tabla 7.14.

Tabla 7.15. Resumen de los espesores actuales del pavimento

ESPESORES		Cm	plg
C.A.	D1	7.5	2.95
BASE	D2	18	7.09
SUB BASE	D3	28	11.02

Luego del análisis de los resultados de los ensayos de campo realizado se considera que la estructura del pavimento se encuentra en condiciones buenas, pero la evaluación funcional nos proporcionó que la capa de rodadura se encuentra en malas condiciones por lo que se propone es realizar un fresado, entonces se considera que los espesores de la Base (D2) y Sub base (D3) se mantendrá en la misma estructura, por lo que se requiere encontrar el espesor de la capa de rodadura que pueda soportar las cargas de tránsito previstas.

Se recomienda fresar 4cm (1.57") de la capa de rodadura para solucionar los problemas de Corrugaciones, piel de cocodrilo, desmoronamiento, fisura en bloque, ahuellamientos que más resaltan en la vía, ya que mediante en campo se observó que la capa de rodadura tenía fisuras que llegaban de 2 a 3 cm de profundidad es decir 0.79" a 1.18", respectivamente. El material sobrante del espesor actual de la capa de rodadura servirá como una base estabilizadora de 3.5 cm aproximadamente, por lo que se procederá a calcular el espesor faltante que requiere la nueva carpeta asfáltica para soportar las cargas de tránsito, además de calcular los SN1 y SN 2 reales que tiene la estructura de acuerdo a los espesores D2 y D3 que se mantendrán, como se indica en la siguiente tabla 7.16.

$$\text{Ecuación 7.12:} \quad \text{SN o} = \text{Do} * a_1$$

$$\text{Ecuación 7.9:} \quad \text{SN 2 real} = \text{D2} * a_2 * m_2$$

$$\text{Ecuación 7.11:} \quad \text{SN 3 real} = \text{D3} * a_3 * m_3$$

Tabla 7.16. Resumen de los espesores después de fresar 4cm de la carpeta asfáltica, para hallar d1 y SN1.

ESPESORES		Cm	ai (cm)	mi	SN reales
CARPETA ASFALTICA NUEVA	D1	X	0.173	-	x
C.A. SOBRANTE	Do	3.5			0.606
BASE	D2	18	0.055	1	0.985
SUB BASE	D3	28	0.051	1	1.433
					3.02

A partir de haber calculado los SN de los espesores conocidos que estará compuesta la estructura del pavimento luego del fresado, se calculara el nuevo SN1 y luego el espesor de la nueva carpeta asfáltica D1, además conociendo que el SN diseño es igual a 4.3 y $a_1 = 0.44$.

Ecuación 7.13:

$$\begin{aligned} SN &= SN1 + SNo + SN2 + SN3 \\ SN1 &= SN - SNo - SN2 - SN3 \\ SN1 &= 4.3 - 0.606 - 0.985 - 1.433 \\ SN1 &= 1.28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SN1 &= D1 / a_1 \\ D1 &= 1.28 / 0.44 = 2.91 \text{ pulgadas} = 3 \text{ pulgadas} \\ D1 &= 7.62 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tabla 7.17. Comprobación del $SN_c \geq SN$

Comprobación $\sum SN_c \geq SN$			
4.34	\geq	4.30	Correcto

Para hallar el SN1 real se toma en cuenta el espesor de 3 pulgadas ya que el Análisis de Precios Unitarios se considera en pulgadas la unidad de medida, por lo que el SN1 real será igual a 1.35. Además, que se comprueba que el SN calculado es 4.33 y es mayor al SN de 4.3, lo que demuestra que está correctamente diseñada la nueva carpeta asfáltica que soportara las cargas de transito previstas por lo que se colocara una carpeta de asfalto de 3 pulgadas (7.62 cm) para toda la vía y se espera que con esta nueva capa se resuelva todos los problemas que tiene la capa de rodadura. A continuación, se presenta la conformación de la nueva estructura del pavimento flexible de la avenida Quevedo en la tabla 7.17.

Tabla 7.18. Resumen de los Espesores de la Nueva Carpeta Asfáltica, y de la Estructura

CARPETA ASFALTICA NUEVA	D1	7.62 cm	3.00 plg	SN 1	1.32
C.A. ANTIGUA (Base E.)	Do	3.50 cm	1.38 plg	SN o	0.606
BASE	D2	18.00 cm	7.09 plg	SN 2	0.985
SUB BASE	D3	28.00 cm	11.02 plg	SN 3	1.433
SUBRASANTE				SN c	4.34

7.5. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

Por lo anteriormente descrito se concluye que para la vía; avenida Quevedo, objeto de estudio se tomó como alternativa de un mantenimiento mayor; la remoción por Fresado, la cual resulta la más indicada para este tipo de vía que presenta una gran cantidad de fallas a lo largo de su calzada, por lo cual se propone colocar una nueva carpeta asfáltica como capa de rodadura; que resista las cargas de tránsito actuales y previstas, a lo largo de todo el trazado vial. Cabe recalcar si se ejecuta esta intervención es muy beneficioso debido a que no causa mayores interrupciones de circulación de tránsito.

La ejecución de la remoción por fresado tiene la finalidad de tratar de resolver todas las fallas estudiadas en campo, la profundidad de las fallas oscilaba entre 2 y 3 cm, el cual se considera fresar 4 cm de espesor para solucionar los problemas de la capa de rodadura, además el sobrante de la carpeta asfáltica servirá como una base estabilizadora.

Una vez ejecutada la remoción por fresado de la carpeta asfáltica, el material retirado será llevado a una planta asfáltica para poder reciclarlo y reutilizarlo, si se verifica si las propiedades mecánicas cumplen con los requerimientos que necesita la nueva carpeta asfáltica para soportar las cargas de tránsito previstas, si es así esta será mezclada con material virgen para completar el espesor de la nueva carpeta asfáltica. Sin embargo, en caso de que el material reciclado no cumpla con las especificaciones que necesita el nuevo diseño de la carpeta asfáltica, esta podrá ser utilizada en vías de segundo orden (caminos vecinales), y el diseño de la nueva carpeta asfáltica será realizada con

nuevo material virgen, capaz de soportar las licitaciones de tránsito, y proporcionar un buen nivel de servicio a los usuarios que transitan por la Avenida Quevedo.

Finalmente se presenta en la Tabla 7.19, la estructura del pavimento flexible después de realizarse el fresado propuesto con los actuales espesores de cada una de sus capas y de acuerdo a la zona del tramo a la que pertenece.

Tabla 7.19. Diseño Final de la Estructura del Pavimento de acuerdo a la zona

ZONA 2			ZONA 4		
Capa de rodadura Nueva	7.62 cm	3.00 plg	Capa de rodadura Nueva	7.62 cm	3.00 plg
Capa de rodadura antigua	3.50 cm	1.38 plg	Capa de rodadura Antigua	3.50 cm	1.38 plg
Base granular	18.00 cm	7.09 plg	Base granular	18.00 cm	7.09 plg
Subbase granular	30.00 cm	11.81 plg	Subbase granular	28.00 cm	11.02 plg
Mejoramiento de subrasante	31.00 cm	12.20 plg			

De la siguiente manera se realizó un presupuesto referencial de las actividades más importantes que se realizan en caso de optar por este mantenimiento como se indica en la figura 7.7 y con cada uno de sus APU correspondiente al Municipio de Santo Domingo en el ANEXO N° 8. Cabe recalcar que el presupuesto que se presenta es tan solo referencial, no es definitivo, es tan solo una guía para conocer los gastos anticipados de la obra.

Figura 7.7. Presupuesto Referencial

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Mantenimiento Mayor de la Avendia Quevedo, Canton Santo Domingo

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

Nº	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	P. TOTAL
1	Fresado de Carpeta Asfaltica. Espec:1	m3	2,185.60	0.52	1,135.48
2	Pintura de Trafico Esp. 7	m	6,672.00	2.12	14,147.39
3	Acabado de la Obra Basica Existente. Espec. 9	m2	54,640.00	0.29	15,979.53
4	Transporte Material Fresado	m3 -km	2,185.60	0.39	857.73
5	Transporte Material C.A. e=3"	m3 -km	4,163.57	0.39	1,633.97
6	Imprimacion Asfaltica	lt/m2	54,640.00	0.85	46,664.44
7	Carpeta Asfaltica en Caliente e=3". Espec. 6	m2	4,163.57	10.06	41,891.03
8	Limpieza Cunetas, Canales y Desbroce. (Via de alto trafico, equipos de seguridad, trabajo manual, incluye desalojo)	m	1,520.00	3.42	5,196.44
MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES					
9	Agua para control de polvo	m3	910.67	7.22	6,572.28
10	Charlas de Concentizacion - Relacion Social	u	2	455.01	910.02
11	Letreo del Proyecto (1.2x2.4m) H.	u	2	212.59	425.18
12	Publicaciones por Prensa (8.5 x 9.5)	u	2	949.97	1,899.93
TOTAL SIN IVA					137,313.41

Capítulo 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- El estudio realizado busca generar un mejoramiento de la capa de rodadura de la vía, objeto de estudio. Además, busca una administración óptima y acorde con las necesidades de la población, y con el mejoramiento de la capa de rodadura reducir costos de operación como son combustibles, repuestos, mantenimiento vehicular, índice de accidentes, y buscar dar un servicio óptimo de seguridad y comodidad, y, por consiguiente, el aumento de la vida útil de la vía.
- En la avenida Quevedo, la mayoría de sus secciones se encuentran en malas condiciones, por lo que, al parecer durante los años de servicio, aproximadamente solo se han colocado capas de asfalto o se han dado soluciones puntuales a diferentes áreas realizando un bacheo. Sin embargo, en muchos de los casos realizando una mala reparación sin seguir con ningún criterio técnico.
- La implementación del Sistema PAVER para evaluar el estado de la capa de rodadura de la vía en estudio, es de gran ayuda por su versatilidad y fácil manejo, y es utilizado para la calificación funcional y estructural de los pavimentos. Cabe recalcar que este sistema de Evaluación y Administración de Pavimentos tuvo una rápida aceptación y aplicación para objetivos de mejorar y rehabilitar vías deterioradas, ya que se lo usa a nivel militar y civil, desde su utilización en 1980.
- El estudio del pavimento la avenida Quevedo, se encuentra en condiciones malas y pobres por lo que se necesita según los resultados obtenidos un mantenimiento mayor que mejoren la Serviciabilidad para los usuarios que transitan por ella.

- Es primordial y necesario la intervención del mantenimiento de la avenida Quevedo, en un plazo corto de tiempo, dado que el pavimento se encuentra en el límite de la pendiente crítica de la curva del ciclo de vida de un pavimento, y en la cual los costos de mantenimiento se verían incrementados en un 400% en caso de no realizarse a tiempo dichos mantenimientos.

- En vista que en la vía se identificó varios tipos de fallas como se describe en el Anexo N° 4, debido a causa de la mala mezcla asfáltica, excesivo aumento de la carga vehicular y en algunos casos por reparaciones mal ejecutadas, se recomienda realizar un fresado para retirar los abultamientos en los costados y en gran parte de la sección central y luego colocar una buena mezcla asfáltica que resista las cargas del tránsito.

- El estudio de Trafico realizado in situ nos proporciona el actual tránsito vehicular que actualmente tiene la vía, de manera que genera la información descrita en la Tabla 6.4, el Tráfico Promedio Diario Anual, ofrece a los administradores y constructores viales una herramienta de aplicación para llevar de manera precisa y eficaz los recursos, por medio de la evaluación realizada, con lo que se podrá optimizar las inversiones en la infraestructura vial, y con ello dar niveles de servicio satisfactorios a los usuarios de la vía, y así se reducirán los costos de operación vehicular y costos de acciones de mantenimiento.

- En los tramos donde se identificaron ahuellamientos a causa de la mala mezcla asfáltica y que no tiene impactos a la función estructural, lo que se recomienda realizar un fresado para retirar los abultamientos en toda la vía, la corrección del IRI nos llevaría a una capa delgada de carpeta asfáltica caliente, que solucionaría también cualquier problema de ahuellamiento con el fin de mejorar el PCI de la avenida Quevedo. Sin embargo, de manera general la remoción de fresado repara este tipo de falla, en la cual la capa de rodadura tendrá que construirse con mezcla asfáltica diseñada para resistir ahuellamientos.

- La conservación de la capa de rodadura no solo dependerá de los planes y programas que se elaboren por parte de las Instituciones, sino también del aporte y compromiso de los usuarios para la conservación de la vía.
- No se debería esperar a llegar a una rehabilitación completa de una vía, sino más bien dar el mantenimiento a través de una intervención programada con trabajos de bacheo, sello de fisuras, recapeo o tendido de emulsión slurry seal, necesarios para poder reducir los costos de rehabilitación, que en sí son mucho más representativos que los costos de un mantenimiento de la capa de rodadura, en nuestro caso ya llegó a un mantenimiento mayor que aún se puede recuperar la vida útil de la vía en estudio, utilizando mezclas asfálticas diseñadas para resistir las cargas de tránsito que soporta la Avenida Quevedo.

8.2. RECOMENDACIONES

- Dentro de la evaluación funcional y estructural de la capa de rodadura de la avenida Quevedo, se pudo observar igualmente el deterioro de las estructuras adyacentes a la vía, como son aceras, bordillos, cunetas, bermas, espaldones, y sistemas de drenaje y descargas; por lo que se recomienda a las instituciones seccionales como es el Municipio de Santo Domingo a través de la Administración de Planificación de Obras en Santo Domingo, la Empresa Pública del Agua Potable, y demás organismos puedan tener una decisiva intervención para el mejoramiento de la vía.
- Cambiar políticas de estudio y evaluación de las vías dentro del cantón Santo Domingo, en vista que existe una marcada tendencia de realizar inversiones para la gestión vial, cuando las vías se encuentren en condiciones deplorables.
- Se deben implementar planes de conservación y mantenimiento ya sea periódico, como rutinario, con el afán de preservar los recursos de las instituciones, que se ha venido realizando gastos de rehabilitación, en varias vías, los cuales se hubiesen reducido si se tuviera un plan de gestión vial.

- También recomendar que las Instituciones encargadas del Sistema Vial del Cantón, deben emprender una agresiva campaña de capacitación a su personal técnico y operativo con el propósito de incluir en sus conocimientos para la rehabilitación, mantenimiento y construcción vial de nuevas tecnologías de construcción, debido a que una mala reparación de una falla puede aumentar más su deterioro.
- Se recomienda el uso de los espesores descritos anteriormente de fresado y colocación de una nueva carpeta asfáltica resistentes para la carga de tránsito actual y proyectado para el diseño de la estructura del pavimento de la Avenida Quevedo, se ha tomado el que corresponde a cada zona como se indica en la tabla 7.19.

BIBLIOGRAFIA

- GAD Municipal Santo Domingo. (2017). GAD Municipal Santo Domingo, Chilachito. Obtenido de <http://www.santodomingo.gob.ec/situacion/>
- AGUILA RODRIGUEZ, P., & Camineros.S.A.C. (s.f.). Manual del Usuario MERLINER. Obtenido de Merlín Equipo para Rugosidad: <file:///D:/Usuario/Downloads/Manual%20do%20Usuario%20-%20Merlin.pdf>
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). Guide for Design of Pavement Structures. Washington D.C. United States.
- ASTM INTERNATIONAL. (21 de 08 de 2008). Standar Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. Obtenido de Designation: D 6433-07: <http://www.cee.mtu.edu/~balkire/CE5403/ASTMD6433.pdf>
- CORREDOR M., G. (s.f.). Universidad Nacional de Ingenieria. Recuperado el 24 de Novimebre de 2018, de Experimento Vial de la AASHO y las Guías de Diseño de la AASHTO: http://www.academia.edu/15076795/Experimento_Vial_de_la_AASHO_y_las_Gu%C3%ADas_de_Dise%C3%B1o_AASHTO
- CORROS B, M., URBAEZ P, E., & CORREDO M, G. (Mayo de 2009). UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. Obtenido de Manual de Evaluación de Pavimentos: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf>
- GARBER, N. J., & HOEL, L. A. (2005). Ingeniería de Tránsito y de Carreteras (3era ed.). México: Cengage Learning Editores S.A. de C.V.
- GONZALES MINAYA, S. (2001). En Manual de Laboratorio Ensayos para Pavimentos. Lima: VolumenPerú.
- GONZALES RODRIGUEZ, R. A. (2011). Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos del Mantenimiento Vial. Recuperado el 03 de Julio de 2017, de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2199/1/Maestría%20V.%20T.%2067%20-%20Rodríguez%20González%20René%20Alexander.pdf>
- HUANG, Y. (2004). Pavement analysis and design (2da ed.). Upper Saddle Rive: Pearson/Prentice Hall.
- HURTADO ARIAS, W. M. (26 de 07 de 2016). UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR. Obtenido de Repositorio Digital: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1263/1/T-UIDE-1082.pdf>
- LOPEZ, A., & Jugo B., A. (18 de 07 de 2005). galeon. Obtenido de hispavista: http://vialidad21.galeon.com/manual_mrvial.pdf

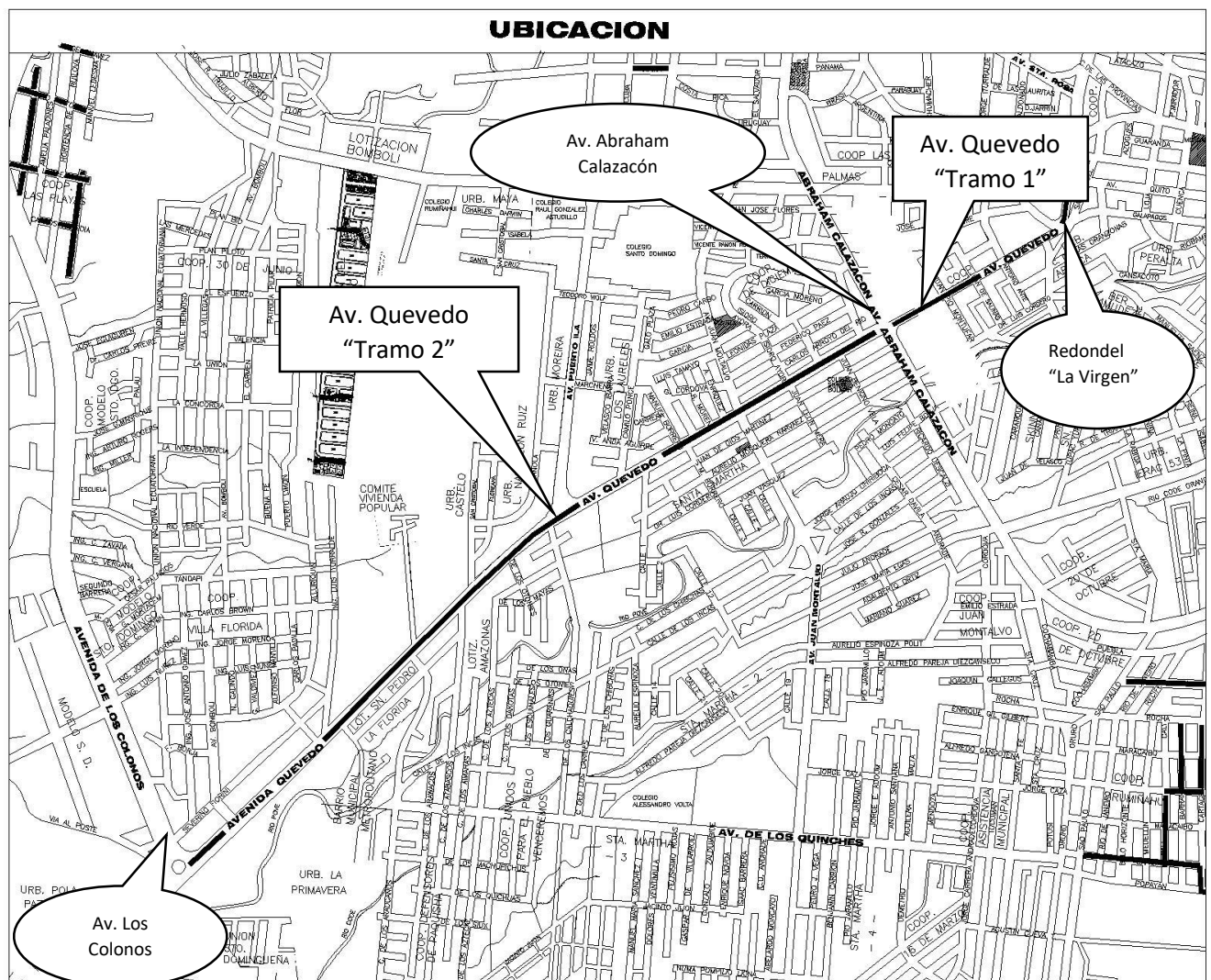
- MARCHAN MORENO, R. M., & ALMARAZ. (20 de 03 de 2006). INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Obtenido de UNIDAD ZACATENCO: https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/1483/1/168_2005_ESIA-ZAC_SUPERIOR_marchan_moreno.pdf
- Mario, M. M. (24 de Febrero de 2005). Metodos de Rehabilitacion en Pavimentos. Obtenido de <file:///D:/Usuario/Downloads/METODOS%20DE%20REHABILITACION%20EN%20PAVIMENTOS%20MARCHAN%20MORENO,%20RUFINO%20MARIO.pdf>
- MONTEJO FONSECA, A. (2006). INGENIERIA DE PAVIMENTOS. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos, S.A.
- MTOP. (01 de Diciembre de 2013). Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) - V3. Obtenido de Volumen 3 - Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf
- MTOP. (01 de 12 de 2013). Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) -V2A. Obtenido de Volumen Nº 2A - Norma Para Estudios Y Diseños Viales: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf
- Pavemente Interactive. (2006). Present Serviceability Index "en linea". Obtenido de <https://www.pavementinteractive.org/reference-desk/pavement-management/pavement-evaluation/present-serviceability-index/>
- RODRÍGUEZ MOLINA, J. A., & RODRÍGUEZ MINEROS, C. E. (06 de 11 de 2012). eprints. Obtenido de Universidad del Salvador: http://ri.ues.edu.sv/2234/1/Evaluaci%C3%B3n_y_rehabilitaci%C3%B3n_de_pavimentos_flexibles_por_el_m%C3%A9todo_del_reciclaje.pdf
- Sachún Quispe , J. E. (24 de Abril de 2016). ESTUDIO DEL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL DE LA PANAMERICANA NORTE-ZONA TRUJILLO, PARA SU MANTENIMIENTO. Obtenido de file:///D:/Usuario/Downloads/RE_MAEST_ING_JAIME.SACHUN_ESTUDIO.DE.L.INDICE.DE.RUGOSIDAD.INTERNACIONAL_DATOS.pdf
- SHAHIN, M. Y. (2005). Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots. (2nd ed.). New York: Springer.
- SOLMINIHAC T., H. (2001). Gestión de Infraestructura Vial. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA & INVIAS. (Octubre de 2006). Ministerio de Transporte. (INVIAS, Editor) Obtenido de Manual para la Inspeccion Visual de Pavimentos Flexibles: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y->

documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-
manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file

ANEXO Nº 1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA AVENIDA QUEVEDO – SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

- UBICACIÓN LOCAL DEL PROYECTO DENTRO DEL CANTON SANTO DOMINGO

Longitud del Proyecto: 3.040 m



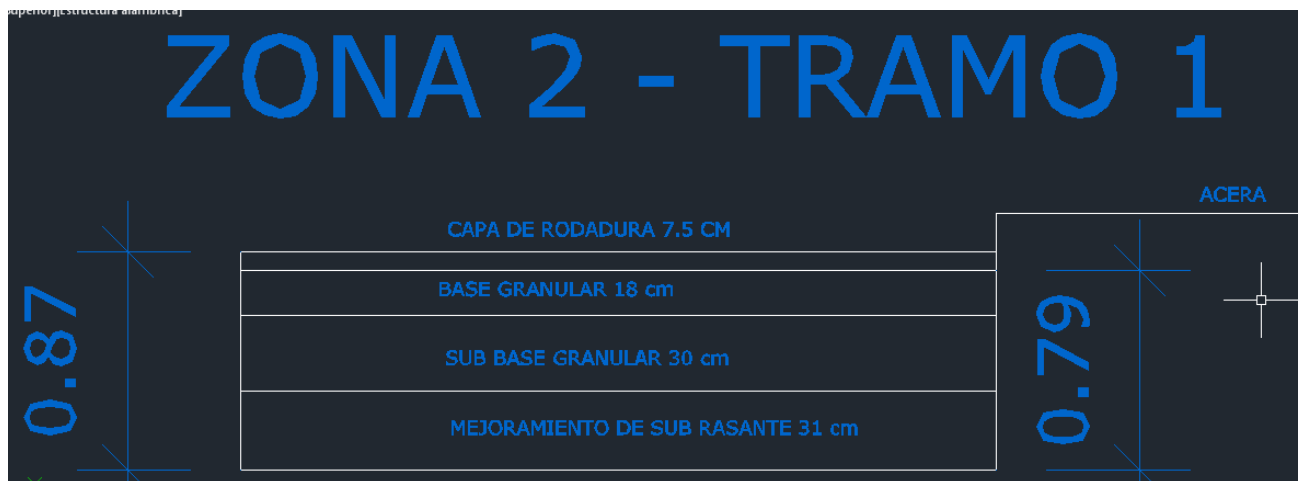
- PLANO ZONAL DE ASFALTADO DE LA AVENIDA QUEVEDO.



ESPESORES DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA QUEVEDO DE ACUERDO A CADA ZONA.

La Avenida Quevedo está conformada por dos diferentes tramos, ya que cada uno de ellos cuenta con dimensiones diferentes.

La zona 2 está comprendida en el tramo 1 de la Avenida Quevedo, desde el sector de La Virgen hasta la Avenida Abraham Calazacón, se muestra en la siguiente figura los espesores que corresponde.



La zona 2 está comprendida en el tramo 2 de la Avenida Quevedo, desde la Avenida Abraham Calazacón hasta el sector Los Colonos, se muestra en la siguiente figura los espesores que corresponde.



CARACTERISTICAS DE LA VIA EXISTENTE

Tramo 1: Redondel de La Virgen – AV. Abraham Calazacón

- Dos calzadas de dos carriles en cada sentido ancho total 13,00 m.
- Ancho de aceras: 3,00 m
- Ancho de parterre: 1.00 m
- Pendiente transversal máxima: 2 %
- Velocidad de diseño: 50 Km/h

Longitud del tramo: 0+000.00 – 0+520.00

Alineamiento Horizontal:

- Distancia de visibilidad de parada: 110 m
- Coeficiente fricción lateral. 0,124

Alineamiento Vertical:

- Longitud mínima curva vertical convexa: 20 m
- Gradiente relativa máxima: 10,00%
- Gradiente relativa mínima: 0,10%

Tramo 2: Av. Abraham Calazacón – Av. De los Colonos

- Dos calzadas de dos carriles en cada sentido ancho total 19,00 m.
- Ancho de aceras (Variable): 4,00 m
- Ancho de parterre: 3.00 m
- Pendiente transversal máxima: 2 %
- Velocidad de diseño: 50 Km/h

Longitud del tramo: 0+520.00 - 3+040.00

Alineamiento Horizontal:

- Distancia de visibilidad de parada: 110 m
- Coeficiente fricción lateral. 0,124

Alineamiento Vertical:

- Longitud mínima curva vertical convexa: 20 m
- Gradiente relativa máxima: 10,00%
- Gradiente relativa mínima: 0,10%

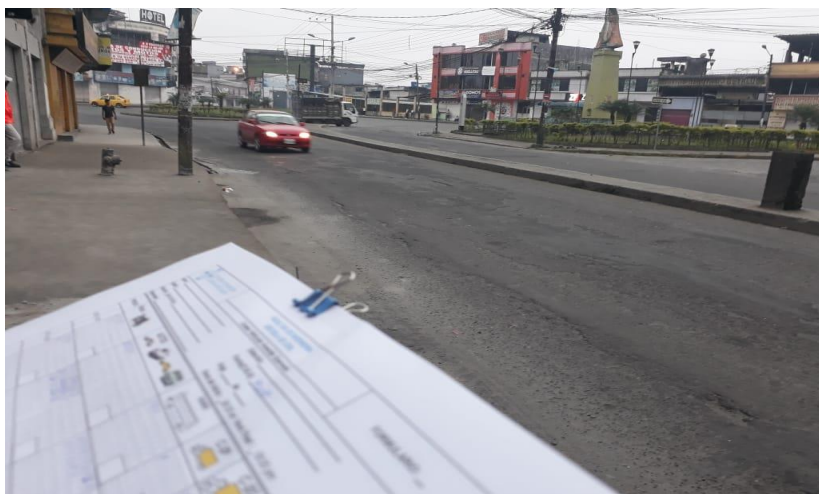
ANEXO Nº 2. CONTEO VEHICULAR Y TPDA

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

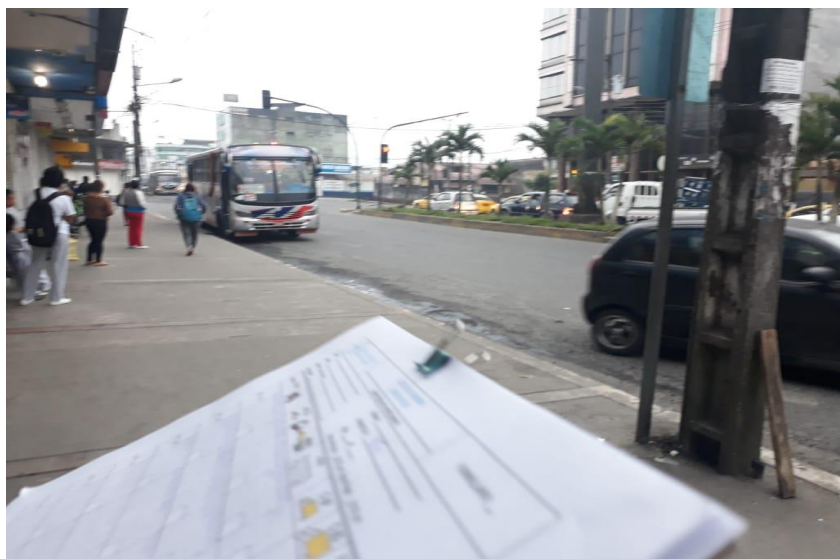
UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DONDE SE REALIZO EL CONTEO MANUAL

TRAMO 1: SENTIDO “LA VIRGEN – LOS COLONOS”
SECTOR REDONDEL DE LA VIRGEN



TRAMO 2: SENTIDO “LA VIRGEN – LOS COLONOS”
SECTOR LA CHORRERA

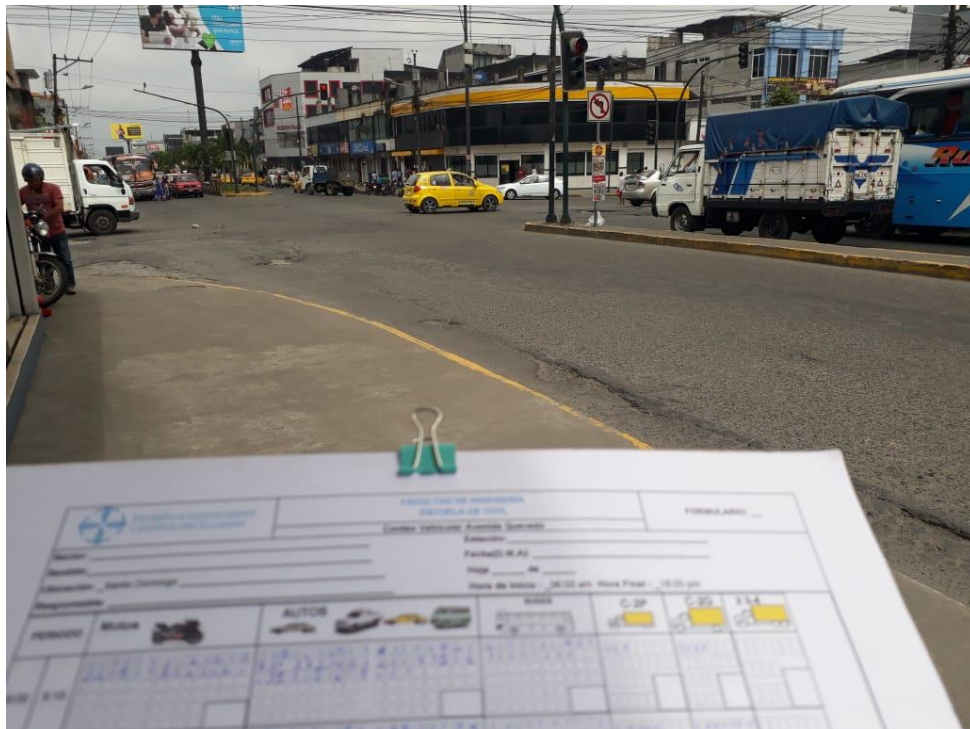


SECTOR LA PEPSI



TRAMO 1: SENTIDO “LOS COLONOS – LA VIRGEN”

SECTOR LA CHORRERA



**TRAMO 2: SENTIDO “LOS COLONOS – LA VIRGEN”
SECTOR LA PEPSI**



SECTOR LOS COLONOS



CONTEO VEHICULAR

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

RESUMEN DE LAS ESTACIONES

FECHA: LUNES, 07 DE MAYO DEL 2018

HORARIO: 06H00 A 18H00

Nº	PERIODO	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
				2D Y 2DA	2DB	3ª	
1	06:00 - 07:00	773	134	30	12	3	952
2	07:00 - 08:00	1140	139	48	17	5	1347
3	08:00 - 09:00	1155	137	70	15	1	1378
4	09:00 - 10:00	1125	133	59	40	4	1361
5	10:00 - 11:00	1141	148	51	40	3	1383
6	11:00 - 12:00	1165	134	57	46	3	1405
7	12:00 - 13:00	1086	137	46	36	1	1307
8	13:00 - 14:00	1121	127	41	29	2	1320
9	14:00 - 15:00	1122	124	61	37	2	1345
10	15:00 - 16:00	1180	135	55	51	3	1423
11	16:00 - 17:00	1190	143	44	41	4	1422
12	17:00 - 18:00	1185	149	46	33	10	1423
TRAFICO DIARIO		13382	1639	608	395	41	16065

TRAFICO DIARIO	13382	1639	1044	16065
----------------	-------	------	------	-------

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

RESUMEN DE LAS ESTACIONES

FECHA: MARTES, 08 DE MAYO DEL 2018

HORARIO: 06H00 A 18H00

Nº	PERIODO	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
				2D Y 2DA	2DB	3A	
1	06:00 - 07:00	709	129	27	15	4	883
2	07:00 - 08:00	1065	146	36	35	6	1288
3	08:00 - 09:00	990	136	49	44	5	1224
4	09:00 - 10:00	1067	130	55	37	3	1293
5	10:00 - 11:00	1076	139	42	41	7	1305
6	11:00 - 12:00	1091	132	53	38	5	1320
7	12:00 - 13:00	1121	150	58	34	4	1367
8	13:00 - 14:00	1119	145	55	36	4	1359
9	14:00 - 15:00	1091	134	47	39	4	1314
10	15:00 - 16:00	1094	137	52	45	1	1330
11	16:00 - 17:00	1116	141	51	34	3	1345
12	17:00 - 18:00	1129	148	58	29	11	1376
TRAFICO DIARIO		12668	1668	581	429	55	15401

TRAFICO DIARIO	12668	1668	1065	15401
----------------	-------	------	------	-------

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

RESUMEN DE LAS ESTACIONES

FECHA: MIÉRCOLES, 09 DE MAYO DEL 2018 **HORARIO:** 06H00 A 18H00

Nº	PERIODO	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
				2D Y 2DA	2DB	3A	
1	06:00 - 07:00	650	129	30	16	3	827
2	07:00 - 08:00	1113	139	35	22	3	1313
3	08:00 - 09:00	1038	131	48	34	2	1253
4	09:00 - 10:00	1122	134	51	40	1	1348
5	10:00 - 11:00	1096	139	49	42	1	1327
6	11:00 - 12:00	1184	142	43	41	4	1414
7	12:00 - 13:00	1047	142	40	36	2	1267
8	13:00 - 14:00	1192	138	50	35	2	1416
9	14:00 - 15:00	1147	124	63	39	2	1374
10	15:00 - 16:00	1142	134	57	35	4	1371
11	16:00 - 17:00	1222	140	52	38	4	1456
12	17:00 - 18:00	1184	142	46	29	6	1408
TRAFICO DIARIO		13137	1633	563	405	35	15772

TRAFICO DIARIO	13137	1633	1002	15772
----------------	-------	------	------	-------

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

RESUMEN DE LAS ESTACIONES

FECHA: JUEVES, 10 DE MAYO DEL 2018

HORARIO: 06H00 A 18H00

Nº	PERIODO	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
				2D Y 2DA	2DB	3ª	
1	06:00 - 07:00	660	137	32	25	3	857
2	07:00 - 08:00	1036	138	36	26	3	1239
3	08:00 - 09:00	1000	125	46	39	3	1213
4	09:00 - 10:00	1026	126	56	41	2	1250
5	10:00 - 11:00	1078	123	48	45	3	1296
6	11:00 - 12:00	1164	126	46	44	1	1381
7	12:00 - 13:00	1197	133	52	33	3	1419
8	13:00 - 14:00	1123	141	45	33	3	1345
9	14:00 - 15:00	1045	123	42	36	3	1248
10	15:00 - 16:00	1150	128	48	31	2	1358
11	16:00 - 17:00	1354	128	40	34	5	1561
12	17:00 - 18:00	1362	142	52	35	7	1597
TRAFICO DIARIO		13193	1568	541	420	38	15761

TRAFICO DIARIO	13193	1568	1000	15761
----------------	-------	------	------	-------

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

RESUMEN DE LAS ESTACIONES

FECHA: VIERNES, 11 DE MAYO DEL 2018

HORARIO: 06H00 A 18H00

Nº	PERIODO	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
				2D Y 2DA	2DB	3ª	
1	06:00 - 07:00	677	124	19	21	4	844
2	07:00 - 08:00	1232	143	32	26	1	1434
3	08:00 - 09:00	1342	127	63	40	3	1574
4	09:00 - 10:00	1258	133	48	39	4	1483
5	10:00 - 11:00	1278	144	48	32	2	1504
6	11:00 - 12:00	1319	136	44	41	2	1542
7	12:00 - 13:00	1173	138	54	37	4	1405
8	13:00 - 14:00	1197	135	50	33	1	1415
9	14:00 - 15:00	1180	119	49	31	4	1383
10	15:00 - 16:00	1191	126	46	34	2	1399
11	16:00 - 17:00	1190	128	50	38	7	1414
12	17:00 - 18:00	1407	145	42	38	3	1635
TRAFICO DIARIO		14444	1598	545	410	35	17032

TRAFICO DIARIO	14444	1598	990	17032
----------------	-------	------	-----	-------

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

RESUMEN DE LAS ESTACIONES

FECHA: SÁBADO, 12 DE MAYO DEL 2018

HORARIO: 06H00 A 18H00

Nº	PERIODO	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
				2D Y 2DA	2DB	3A	
1	06:00 - 07:00	448	125	21	14	2	610
2	07:00 - 08:00	819	136	27	21	3	1005
3	08:00 - 09:00	1148	127	33	35	2	1344
4	09:00 - 10:00	1124	136	51	30	4	1345
5	10:00 - 11:00	1193	126	45	31	3	1398
6	11:00 - 12:00	1277	118	50	41	5	1489
7	12:00 - 13:00	1305	127	49	32	2	1514
8	13:00 - 14:00	1251	135	60	32	3	1481
9	14:00 - 15:00	1265	126	43	30	5	1470
10	15:00 - 16:00	1315	129	43	25	2	1513
11	16:00 - 17:00	1408	134	46	27	4	1619
12	17:00 - 18:00	1201	148	41	22	3	1414
TRAFICO DIARIO		13754	1565	508	338	36	16201

TRAFICO DIARIO	13754	1565	882	16201
----------------	-------	------	-----	-------

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

RESUMEN DE LAS ESTACIONES

FECHA: DOMINGO, 13 DE MAYO DEL 2018

HORARIO: 06H00 A 18H00

Nº	PERIODO	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL
				2D Y 2DA	2DB	3A	
1	06:00 - 07:00	355	94	16	4	0	468
2	07:00 - 08:00	621	129	28	17	1	796
3	08:00 - 09:00	831	123	25	12	2	993
4	09:00 - 10:00	1061	124	28	12	0	1225
5	10:00 - 11:00	1171	121	28	21	2	1343
6	11:00 - 12:00	1198	116	28	15	1	1357
7	12:00 - 13:00	1101	129	26	13	2	1271
8	13:00 - 14:00	1028	125	38	23	1	1214
9	14:00 - 15:00	959	123	35	15	1	1133
10	15:00 - 16:00	955	117	38	16	2	1127
11	16:00 - 17:00	1046	130	26	6	1	1209
12	17:00 - 18:00	1134	136	29	10	1	1309
TRAFICO DIARIO		11460	1465	342	163	13	13442

TRAFICO DIARIO	11460	1465	518	13442
----------------	-------	------	-----	-------

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

RESUMEN DEL CONTEO DE LOS 7 DÍAS

HORARIO: 06H00 A 18H00

RESUMEN TOTAL ESTACIONES						
DIAS EST.	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES 2DB	PESADOS			TRAFICO DIARIO (Ti)
			2D Y 2DA	2DB	3A	
LUNES	13382	1639	608	395	41	16065
MARTES	12668	1668	581	429	55	15401
MIERCOLES	13137	1633	563	405	35	15772
JUEVES	13193	1568	541	420	35	15757
VIERNES	14444	1598	545	410	35	17032
SÁBADO	13754	1565	508	338	36	16201
DOMINGO	11460	1465	342	163	13	13442
TOTAL	92038	11135	3688	2558	250	109669
PROMEDIO	13148	1591	527	365	36	15667

TOTAL	92038	11135	6496	109669
PROMEDIO	13148	1591	309	15048

	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES 2DB	PESADOS			TOTAL
			2D Y 2DA	2DB	3ª	
CANTIDAD	92038	11135	3688	2558	250	109669
%	83.92%	10.15%	3.36%	2.33%	0.23%	100%

	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL
CANTIDAD	92038	11135	6496	109669
%	83.92%	10.15%	5.92%	100%

PROYECTO: ESTUDIO DE TRÁNSITO DE LA AVENIDA QUEVEDO

UBICACIÓN: AVENIDA QUEVEDO, SANTO DOMINO DE LOS TSÁCHILAS

- Tráfico Total Diario Observado durante 12 horas.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
16065	15401	15772	15757	17032	16201	13442
PROMEDIO DEL TRAFICO TOTAL DIARIO OBSERVADO					15667	

- Tráfico Total Diario Proyectado con el aumento del 10% en todos los días del tráfico contado manualmente.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
17671	16941	17350	17333	18735	17821	14786
PROMEDIO DEL TRAFICO TOTAL DIARIO (PTTD)					17234	

FACTOR HORARIO:

$$F_h = \frac{TTD}{TD\ i}$$

TTD	18735 veh/día
TD i	17032 veh/día
Fh	1.10

FACTOR DIARIO:

$$F_d = \frac{PTTD}{TD\ i}$$

PTTD	17234 veh/día
TD i	17032 veh/día
Fd	1.01

FACTOR SEMANAL:

$$Semanas(Mayo) = \frac{(numero\ de\ dias\ Mayo) * 4}{28}$$

$$F_s = \frac{semanas\ (Mayo)}{4\ semanas}$$

días Mayo	31 días
semanas Mayo	4.43

Fs	1.107
-----------	-------

FACTOR MENSUAL:

$Fm = \frac{\text{Consumo de combustible todo el año}}{12}$	Consumo todo el año	49785014 Gal
$\frac{\text{Consumo de combustible diciembre}}{Fm}$	Consumo Diciembre	4346851 Gal
	Fm	0.954

- Tráfico Promedio Diario Anual: $TPDA = To * Fh * Fd * Fs * Fm$

TPDA:

To	17032
Fh	1.100
Fd	1.012
Fs	1.107
Fm	0.954

TIPO	To	TPDA
LIVIANOS	14444	16988
BUSES	1598	1879
PESADOS	990	1164
TOTAL	17032	20032

TPDA	20032
-------------	--------------

Trafico desviado = TPDA actual *10%

TIPO	TPDA	Trafico Desviado
LIVIANOS	16988	18687
BUSES	1879	2067
PESADOS	1164	1281
TOTAL	20032	22035

Tasa de Crecimiento Vehicular

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
2005 - 2010	4.49	2.12	3.41
2010 - 2015	3.99	1.89	3.03
2015 - 2020	3.61	1.71	2.71

2020 - 2030	3.27	1.54	2.49
-------------	------	------	------

Trafico Proyectado para 10 años y 20 años.

TIPO	TPDA (0)	TPDA (10a)	TPDA (20a)
LIVIANOS	16988	24219	34528
BUSES	1879	2227	2638
PESADOS	1164	1521	1987
TOTAL	20032	27967	39154

ANEXO Nº 3. MEDICIÓN DEL IRI

FOTOS DEL USO DEL EQUIPO MERLIN

SENTIDO “LA VIRGEN – LOS COLONOS”





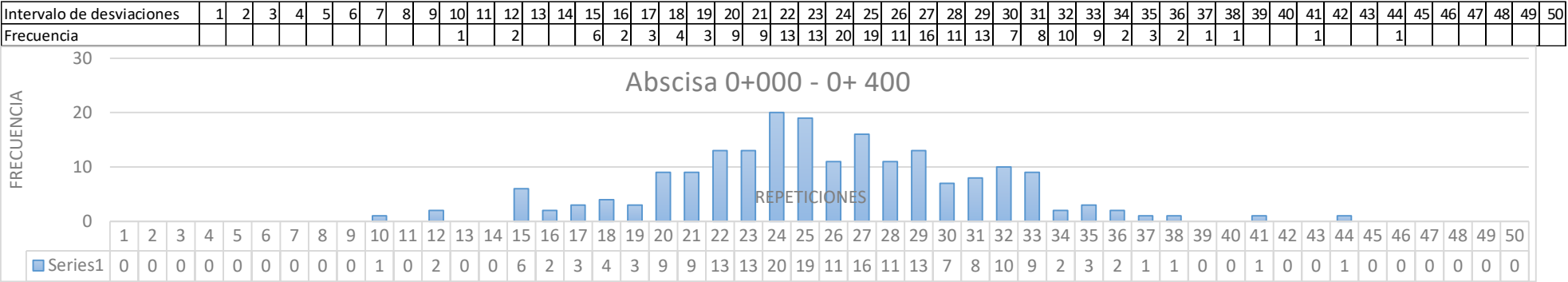
SENTIDO “LOS COLONOS - LA VIRGEN”





ENSAYO Nº 1
SENTIDO: La Virgen – Los Colonos

ABSCISA: 0+000 – 0+400
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	1.00	17
Dcal =	18.00	

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	D	5 mm
D (mm) =	36	5
D (mm) =	180.00	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	36.00

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

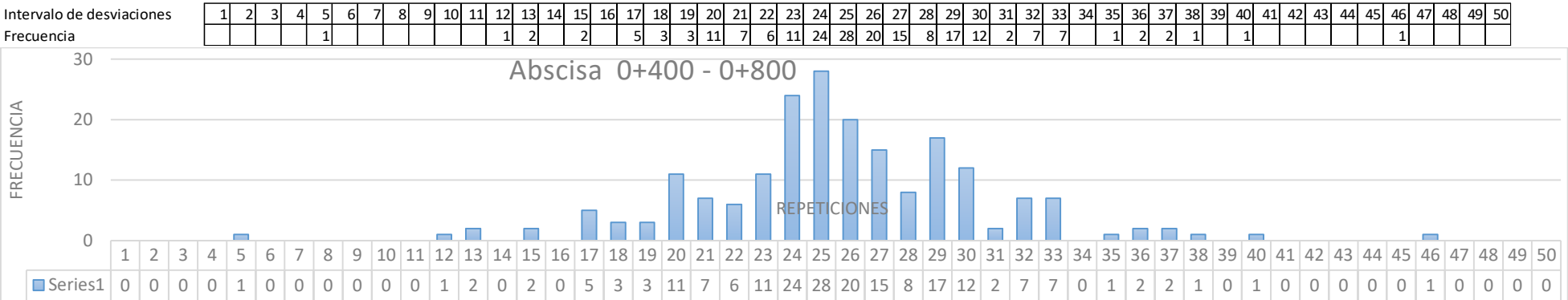
- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$
 cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
- 2) $IRI = 0.0485 D$
 cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

D =	180.00
IRI =	9.07 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS **0 + 000** Y **0 + 400**
 ES DE **9.07**

ENSAYO Nº 2
SENTIDO: La Virgen – Los Colonos

ABSCISA: 0+400 – 0+800
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	0.00	17
Dcal =	17.00	

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	D	5 mm
D (mm) =	34	5
D (mm) =	170.00	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	34.00

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
- 2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

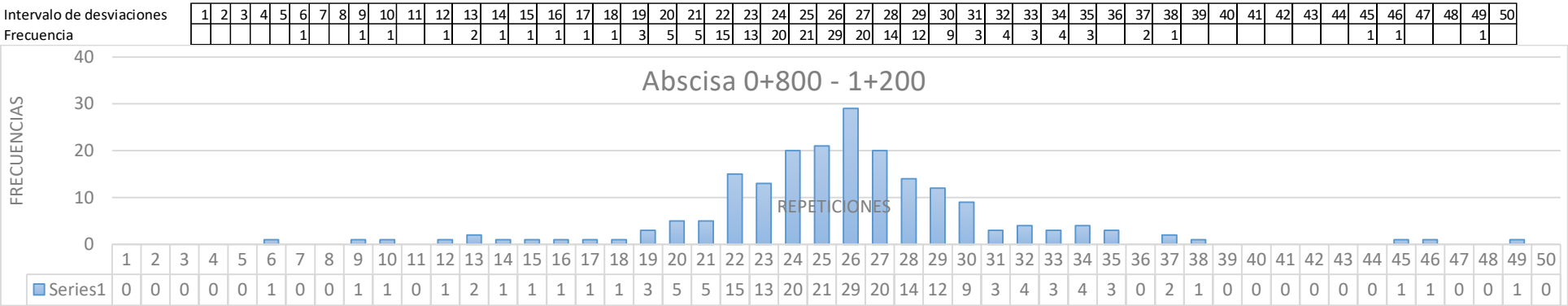
D =	170.00
IRI =	8.60 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS
 ES DE **8.60**

0 + 400 Y **0 + 800**

ENSAYO Nº 3
SENTIDO: La Virgen – Los Colonos

ABSCISA: 0+800 – 1+200
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	0.75	16
Dcal =	16.75	

	D	5 mm
D (mm) =	33.5	5
D (mm) =	167.50	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC = 2

D Corregido 33.50

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

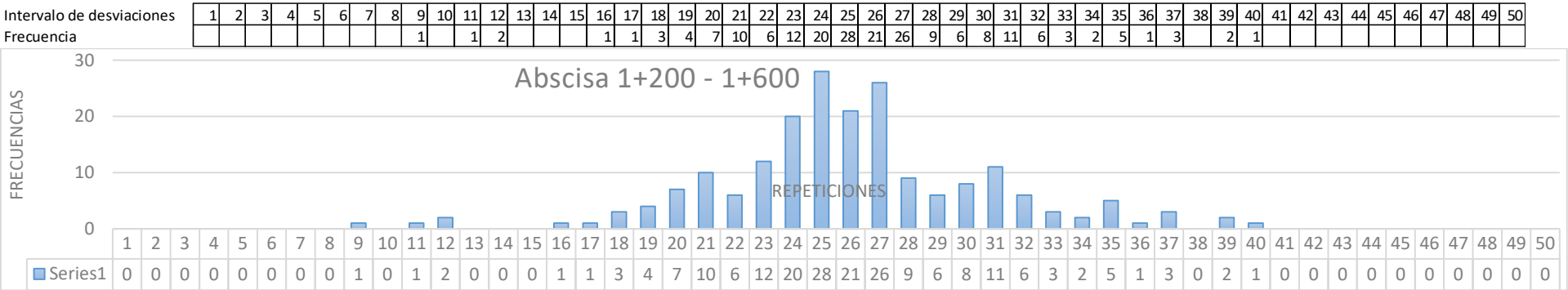
- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
- 2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

D = 167.50
IRI = 8.48 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS **0 + 800** Y **1 + 200**

ENSAYO Nº 4
SENTIDO: La Virgen – Los Colonos

ABSCISA: 1+200 – 1+600
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D			CONVERTIMOS A MILIMETROS		
	V. FRACCION	V. ENTERO		D	5 mm
D =	1.15	15	D (mm) =	32.3	5
Dcal =	16.15		D (mm) =	161.50	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"	
Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.	
FC =	2
D Corregido	32.30

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI	
Se utiliza las siguientes Formulas:	
1) IRI = 0.593 + 0.0471 D	cuando 2.4 < IRI < 15.9 o D > 50 mm
2) IRI = 0.0485 D	cuando IRI < 2.4 o D < 50 mm

D =	161.50
IRI =	8.20 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS
ES DE 8.20 1 + 200 Y 1 + 600

SENTIDO: La Virgen – Los Colonos

ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



CONVERTIMOS A MILIMETROS

	D	5 mm
D (mm) =	32.33	5
D (mm) =	161.7	

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

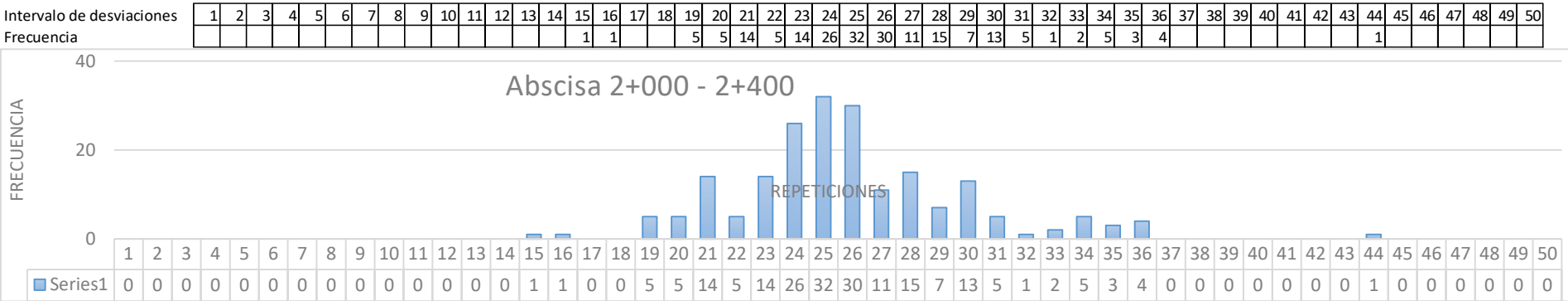
Se utiliza las siguientes Formulas:

- | | |
|-------|-----------|
| D = | 161.67 |
| IRI = | 8.21 m/Km |

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS 1 + 600 Y 2 + 000 ES DE **8.21**

ENSAYO Nº 6
SENTIDO: La Virgen – Los Colonos

ABSCISA: 2+000 – 2+400
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	1.00	13
Dcal =	14.00	

	D	5 mm
D (mm) =	28	5
D (mm) =	140.00	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	28.00

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

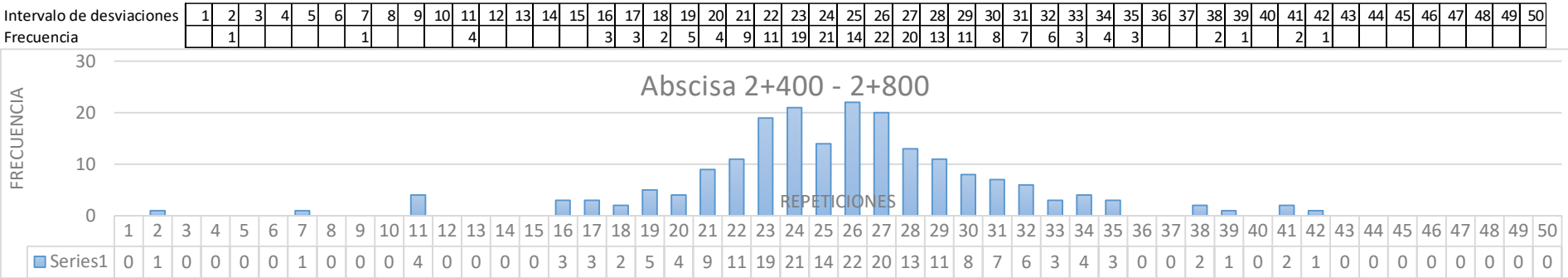
- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

D =	140.00
IRI =	7.19 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS **2 + 000** Y **2 + 400**
ES DE **7.19**

ENSAYO Nº 7
SENTIDO: La Virgen – Los Colonos

ABSCISA: 2+400 – 2+800
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	1.42	16
Dcal =	17.42	

	D	5 mm
D (mm) =	34.83	5
D (mm) =	174.17	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	34.83

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

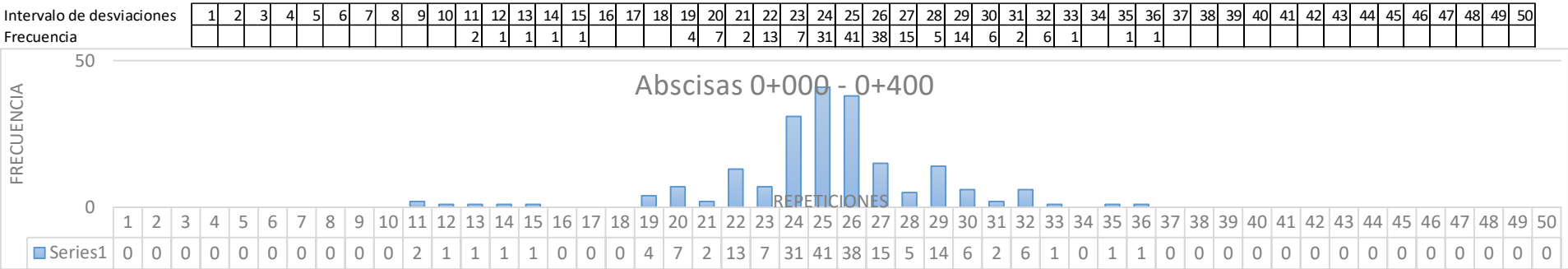
- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
 2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

D =	174.17
IRI =	8.80 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS **2 + 400** Y **2 + 800**
 ES DE **8.80**

ENSAYO Nº 8
SENTIDO: Los Colonos – La Virgen

ABSCISA: 0+000 – 0+400
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	0.50	11
Dcal =	11.50	

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	D	5 mm
D (mm) =	23	5
D (mm) =	115.00	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	23.00

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

D =	115.00
IRI =	6.01 m/Km

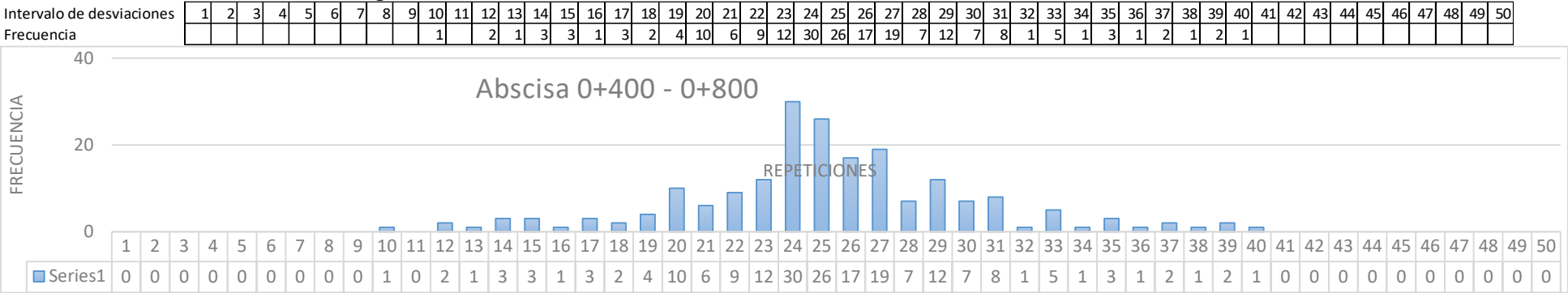
EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS
ES DE

6.01

0 + 000 Y 0 + 400

ENSAYO N° 9
SENTIDO: Los Colonos – La Virgen

ABSCISA: 0+400 – 0+800
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	0.00	19
Dcal =	19.00	

	D	5 mm
D (mm) =	38	5
D (mm) =	190.00	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	38.00

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

D =	190.00
IRI =	9.54 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS **0 + 400** Y **0 + 800**
ES DE **9.54**

ENSAYO N° 10

SENTIDO: Los Colonos – La Virgen

ABSCISA: 0+800 – 1+200

ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	0.00	14
Dcal =	14.00	

	D	5 mm
D (mm) =	28	5
D (mm) =	140.00	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	28.00

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

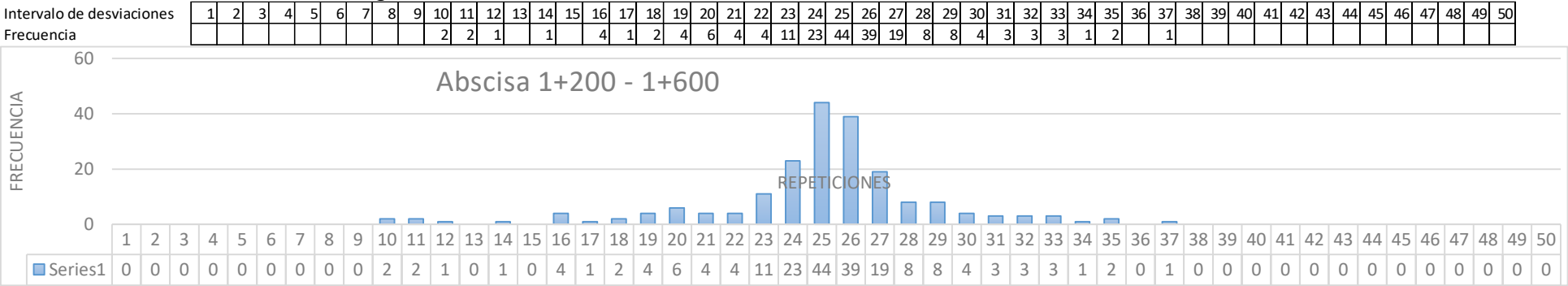
- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
- 2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

D =	140.00
IRI =	7.19 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS 0 + 800 Y 1 + 200 ES DE 7.19

ENSAYO N° 11
SENTIDO: Los Colonos – La Virgen

ABSCISA: 1+200 – 1+600
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	0.00	15
Dcal =	15.00	

	D	5 mm
D (mm) =	30	5
D (mm) =	150.00	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"
 Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	30.00

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:
 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
 2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

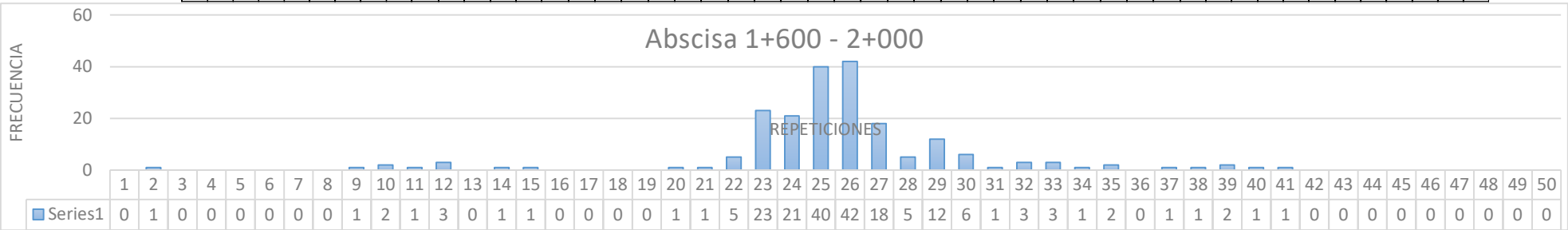
D =	150.00
IRI =	7.66 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS **1 + 200** Y **1 + 600**
 ES DE **7.66**

ENSAYO Nº 12
SENTIDO: Los Colonos – La Virgen

ABSCISA: 1+600 – 2+000
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm

Intervalo de desviaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Frecuencia		1							1	2	1	3		1	1					1	1	5	23	21	40	42	18	5	12	6	1	3	3	1	2		1	1	2	1	1									



HALLAMOS EL VALOR DE D

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	0.67	13
Dcal =	13.67	

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	D	5 mm
D (mm) =	27.3	5
D (mm) =	136.67	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=;

FC =	2
D Corregido	27.33

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
- 2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

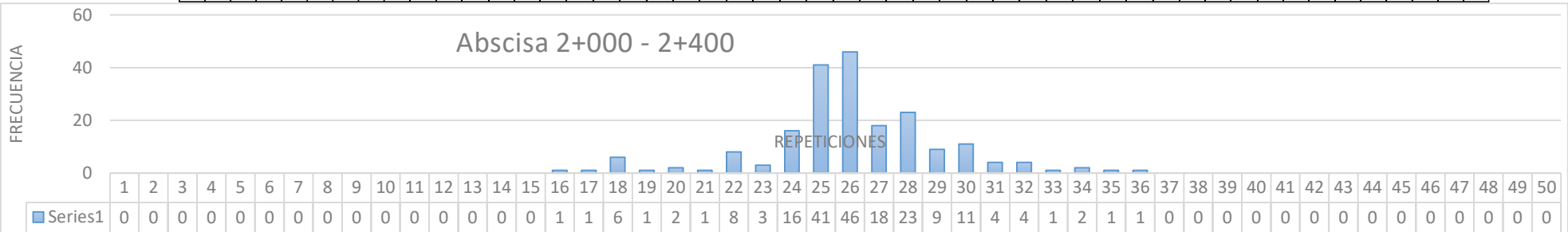
D =	136.67
IRI =	7.03 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVA **1 + 600** Y **2 + 000**
 ES DE **7.03**

ENSAYO Nº 13
SENTIDO: Los Colonos – La Virgen

ABSCISA: 2+000 – 2+400
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm

Intervalo de desviaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
Frecuencia																1	1	6	1	2	1	8	3	16	41	46	18	23	9	11	4	4	1	2	1	1															



HALLAMOS EL VALOR DE D

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	1.25	10
Dcal =	11.25	

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	D	5 mm
D (mm) =	22.5	5
D (mm) =	112.50	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	22.50

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

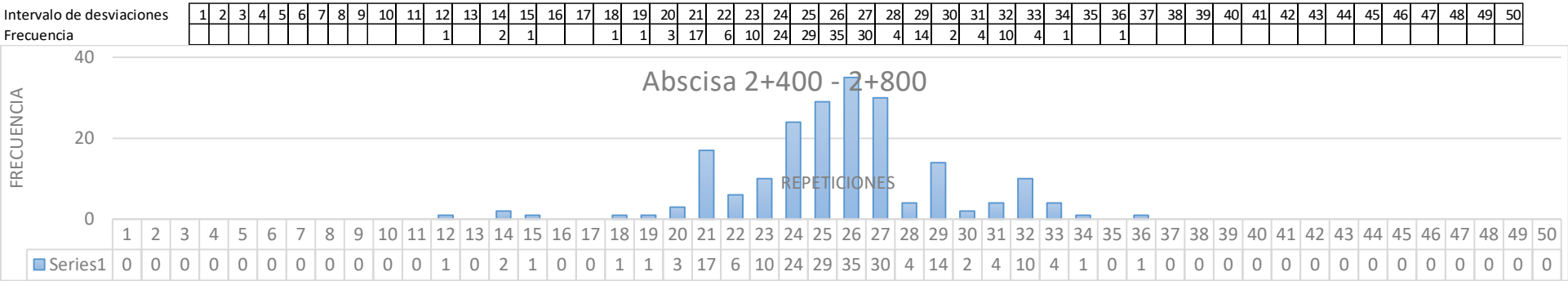
- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$ cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
- 2) $IRI = 0.0485 D$ cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

D =	112.50
IRI =	5.89 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIV 2 + 000 Y 2 + 400 ES DE 5.89

ENSAYO Nº 14
SENTIDO: Los Colonos – La Virgen

ABSCISA: 2+400 – 2+800
ESPACIADO DE CUADRO: 5mm



HALLAMOS EL VALOR DE D

	V. FRACCION	V. ENTERO
D =	1.54	10
Dcal =	11.54	

CONVERTIMOS A MILIMETROS

	D	5 mm
D (mm) =	23.0824	5
D (mm) =	115.41	

FACTOR DE CORRECCION PARA EL AJUSTE DE "D"

Variacion de brazos de a 1 a 5, para paimentos muy deteriorados D se multiplicara por un FC=2.

FC =	2
D Corregido	23.08

HALLAMOS LA RUGOSIDAD EN UNIDADES IRI

Se utiliza las siguientes Formulas:

- 1) $IRI = 0.593 + 0.0471 D$
cuando $2.4 < IRI < 15.9$ o $D > 50$ mm
- 2) $IRI = 0.0485 D$
cuando $IRI < 2.4$ o $D < 50$ mm

D =	115.41
IRI =	6.03 m/Km

EL INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL ENTRE LAS PROGRESIVAS
ES DE

2 + 400 Y 2 + 800

6.03

TABLA DE RESUMEN DE IRI OBTENIDOS

ABSCISAS		CARRIL 1 - Sentido "La virgen - Los Colonos"	CARRIL 2 - Sentido "Los Colonos - La Virgen"
INICIO (Km)	FIN (Km)	IRI (m/Km)	IRI (m/Km)
0 + 000	0 + 400	9.07	6.01
0 + 400	0 + 800	8.60	9.54
0 + 800	1 + 200	8.48	7.19
1 + 200	1 + 600	8.20	7.66
1 + 600	2 + 000	8.21	7.03
2 + 000	2 + 400	7.19	5.89
2 + 400	2 + 800	8.80	6.03
IRI Promedio		8.36	7.05
IRI Min.		7.19	5.89
IRI Max.		9.07	9.54

CORRELACIONES VALORES DE IRI CON PSI

		C1 - Sentido "La Virgen - Los Colonos"			C2 - Sentido "Los Colonos - La Virgen"		
		IRI MAX.	IRI PROM.	IRI MIN.	IRI MAX.	IRI PROM.	IRI MIN.
		9.07	8.36	7.19	9.54	7.05	5.89
P S I	PATTERSON	0.96	1.09	1.35	0.88	1.39	1.71
	AL OMARI Y DARTER	0.47	0.56	0.77	0.41	0.79	1.07
	DUJISIN Y ARROYO	0.79	0.99	1.35	0.66	1.39	1.77

CORRELACIONES VALORES DE IRI CON PCI

PCI = K1*IRI^K2	C1 - Sentido "La Virgen - Los Colonos"			C2 - Sentido "Los Colonos - La Virgen"		
	IRI MAX.	IRI PROM.	IRI MIN.	IRI MAX.	IRI PROM.	IRI MIN.
	9.07	8.36	7.19	9.54	7.05	5.89
PCI	36.03	37.41	40.13	35.19	40.49	43.99

ANEXO Nº 4. MEDICIÓN DEL PCI

DETERMINAR NÚMERO DE UNIDADES A ANALIZAR

Para asfaltos el área de cada unidad de muestreo es de $2500 \pm 1000 \text{ ft}^2$

Área Max. 325.16 m²

Área min. 139.35 m²

Debido a la configuración geométrica de la Vía se divide en dos secciones.

Longitud total = 3040

Longitud 1 = 520

Longitud 2 = 2520

Para obtener una unidad de Muestreo

SECCION1

Longitud 1 = 520 m
 Ancho Unidad 6.5 m
 Largo Unidad 30 m
 Área Unidad 195 m²
 (N1) = 17

SECCION 2

Longitud 2 = 2520 m
 Ancho Unidad 9.5 m
 Largo Unidad 30 m
 Área Unidad 285 m²
 (N2) = 84

De tal manera el número total de las Unidades (N) es: 101

n = núm. mínimo de muestreo

N = núm. Total de muestras en la sección

e = error permisible al estimar el PCI de la sección

S = la desviación estándar del PCI

Para asfaltos desviación estándar 10 y PCI rango 25

$$n = \frac{N * (SD)^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + SD^2}$$

e =	5
S =	10
n =	14

selección de Muestras

$$i = \frac{N}{n}$$

i =	7
------------	----------

N= núm. Total de muestras en la sección

n= núm. De muestras a inspeccionar

i = es recomendado al entero inferior,

El número mínimo de muestreo (**n**) es de **14**, por lo que de manera se adoptó una muestra más para poder tener más muestras y poder identificar más fallas, entonces el número de muestras será (**n**) de **15** unidades para cada sentido como se muestra en la tabla siguiente de Unidad de muestreo;

Nº (U)	Unidad de Muestreo (U- S)	Abs. Inicio	Abs. Final	Unidad de Muestreo (U- S)
1		0 + 000	0 + 030	
2		0 + 030	0 + 060	U - 1
3	U - 1	0 + 060	0 + 090	
4		0 + 090	0 + 120	
5		0 + 120	0 + 150	
6		0 + 150	0 + 180	
7		0 + 180	0 + 210	
8		0 + 210	0 + 240	
9		0 + 240	0 + 270	U - 2
10	U - 2	0 + 270	0 + 300	
11		0 + 300	0 + 330	
12		0 + 330	0 + 360	
13		0 + 360	0 + 390	
14		0 + 390	0 + 420	
15		0 + 420	0 + 450	
16		0 + 450	0 + 480	U - 3
17	U - 3	0 + 480	0 + 510	
18		0 + 510	0 + 540	
19		0 + 540	0 + 570	
20		0 + 570	0 + 600	
21		0 + 600	0 + 630	
22		0 + 630	0 + 660	
23		0 + 660	0 + 690	U - 4
24	U - 4	0 + 690	0 + 720	
25		0 + 720	0 + 750	
26		0 + 750	0 + 780	
27		0 + 780	0 + 810	
28		0 + 810	0 + 840	
29		0 + 840	0 + 870	
30		0 + 870	0 + 900	U - 5
31	U - 5	0 + 900	0 + 930	
32		0 + 930	0 + 960	
33		0 + 960	0 + 990	
34		0 + 990	1 + 020	
35		1 + 020	1 + 050	
36		1 + 050	1 + 080	
37		1 + 080	1 + 110	U - 6
38	U - 6	1 + 110	1 + 140	
39		1 + 140	1 + 170	
40		1 + 170	1 + 200	
41		1 + 200	1 + 230	
42		1 + 230	1 + 260	
43		1 + 260	1 + 290	
44		1 + 290	1 + 320	U - 7
45	U - 7	1 + 320	1 + 350	
46		1 + 350	1 + 380	
47		1 + 380	1 + 410	
48		1 + 410	1 + 440	
49		1 + 440	1 + 470	
50		1 + 470	1 + 500	

Nº (U)	Unidad de Muestreo (U- S)	Abs. Inicio	Abs. Final	Unidad de Muestreo (U- S)
51		1 + 500	1 + 530	U - 8
52	U - 8	1 + 530	1 + 560	
53		1 + 560	1 + 590	
54		1 + 590	1 + 620	
55		1 + 620	1 + 650	
56		1 + 650	1 + 680	
57		1 + 680	1 + 710	
58		1 + 710	1 + 740	U - 9
59	U - 9	1 + 740	1 + 770	
60		1 + 770	1 + 800	
61		1 + 800	1 + 830	
62		1 + 830	1 + 860	
63		1 + 860	1 + 890	
64		1 + 890	1 + 920	
65		1 + 920	1 + 950	U - 10
66	U - 10	1 + 950	1 + 980	
67		1 + 980	2 + 010	
68		2 + 010	2 + 040	
69		2 + 040	2 + 070	
70		2 + 070	2 + 100	
71		2 + 100	2 + 130	
72		2 + 130	2 + 160	U - 11
73	U - 11	2 + 160	2 + 190	
74		2 + 190	2 + 220	
75		2 + 220	2 + 250	
76		2 + 250	2 + 280	
77		2 + 280	2 + 310	
78		2 + 310	2 + 340	
79		2 + 340	2 + 370	U - 12
80	U - 12	2 + 370	2 + 400	
81		2 + 400	2 + 430	
82		2 + 430	2 + 460	
83		2 + 460	2 + 490	
84		2 + 490	2 + 520	
85		2 + 520	2 + 550	
86		2 + 550	2 + 580	U - 13
87	U - 13	2 + 580	2 + 610	
88		2 + 610	2 + 640	
89		2 + 640	2 + 670	
90		2 + 670	2 + 700	
91		2 + 700	2 + 730	
92		2 + 730	2 + 760	
93		2 + 760	2 + 790	U - 14
94	U - 14	2 + 790	2 + 820	
95		2 + 820	2 + 850	
96		2 + 850	2 + 880	
97		2 + 880	2 + 910	
98		2 + 910	2 + 940	
99		2 + 940	2 + 970	
100		2 + 970	3 + 000	U - 15
101	U - 15	3 + 000	3 + 030	
102		3 + 030	3 + 060	

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO		
HOJA DE REGISTRO				1		
AREA UNIDAD (m2)				195		
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO		
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA: 12/08/2018		
SECCION :		1				
TIPOS DE FALLAS						
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14. Cruce de Ferrocarril		
2. Exudación.		9. Densivel de Carril		15. Surco en huella		
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16. Desplazamiento		
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio		17. Fisuramiento de Resbalamiento		
5. Corrugación		12. Agregado Pulido		18. Hinchamiento		
6. Depresión		13. Baches		19. Desmoronamiento / Intemperismo		
7. Fisuramiento en borde						
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	2.7	4		6.7	3.44	36
5M	0.35	3.6		3.95	2.03	22
5H	0.24			0.24	0.12	12
15M	1.8			1.8	0.92	18
10M	10			10	5.13	11
10L	3.8			3.8	1.95	0.5
11M	9	3		12	6.15	25
12	42			42	21.54	8
13L	1	1		2	1.03	20
18M	0.4			0.4	0.21	5
19L	17.5	15		32.5	16.67	8
19M	2	1.3	0.3	3.6	1.85	10
						175.5

$HDV = 36$ $m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$
 $m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$ $m = 6.88$

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	36	22	20	18	14	12	122	6	60
2	36	22	20	18	14	2	112	5	58
3	36	22	20	18	2	2	100	4	57
4	36	22	20	2	2	2	84	3	54
5	36	22	2	2	2	2	66	2	48
6	36	2	2	2	2	2	46	1	46
MAXIMO CDV									60
PCI = 100 - MAXIMO CDV									40

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO			
HOJA DE REGISTRO				AREA UNIDAD (m2)			
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA: 12/08/2018			
SECCION :		1					
TIPOS DE FALLAS							
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15.Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento			
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde							
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
3M	3.75				3.75	1.92	6
5M	6.25	3.6			9.85	5.05	31
15M	1.3	1.44			2.74	1.41	21
10L	20	0.5			20.5	10.51	9
10M	3.5	1	0.4	0.7	5.6	2.87	9
10H	4				4	2.05	12
11H	2.5				2.5	1.28	22
18M	0.84				0.84	0.43	8
19M	14.4				14.4	7.38	16
							134

HDV = 31 m = Numero admisible de deducidos (mi)
 $m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$ m = 7.34

Nº	DEDUCT VALUES							TOTAL	q	CDV
1	31	22	21	16	12	9	9	120	7	58
2	31	22	21	16	12	9	2	113	6	55
3	31	22	21	16	12	2	2	106	5	55
4	31	22	21	16	2	2	2	96	4	55
5	31	22	21	2	2	2	2	82	3	52
6	31	22	2	2	2	2	2	63	2	46
7	31	2	2	2	2	2	2	43	1	43
MAXIMO CDV										58
PCI = 100 - MAXIMO CDV										42

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO		
HOJA DE REGISTRO				AREA UNIDAD (m2)		
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO		
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA: 12/08/2018		
SECCION :		1				
TIPOS DE FALLAS						
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril		
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15.Surco en huella		
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento		
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento		
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento		
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo		
7. Fisuramiento en borde						
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	6	4.5	0.72	11.22	5.75	40
5M	2.16	1.8		3.96	2.03	22
15L	1.8	0.2		2	1.03	9
10M	2.8			2.8	1.44	5
12	25			25	12.82	6
13L	1	1	1	3	1.54	24
19M	32.5	36		68.5	35.13	31
						137

$$HDV = 40$$

$$m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$$

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

$$m = 6.51$$

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	40	31	24	22	9	6	132	6	64
2	40	31	24	22	9	2	128	5	61
3	40	31	24	22	2	2	121	4	69
4	40	31	24	2	2	2	101	3	63
5	40	31	2	2	2	2	79	2	58
6	40	2	2	2	2	2	50	1	50
MAXIMO CDV									69
PCI = 100 - MAXIMO CDV									31

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO		
HOJA DE REGISTRO				AREA UNIDAD (m2)		
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO		
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA: 12/08/2018		
SECCION :		2				
TIPOS DE FALLAS						
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril		
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15.Surco en huella		
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento		
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento		
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento		
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo		
7. Fisuramiento en borde						
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1H	16			16	5.61	54
3H	82.5			82.5	28.95	48
5M	6	4.68	10.2	20.88	7.33	36
15L	9.2			9.2	3.23	18
9M	2.8			2.8	0.98	2
11L	9			9	3.16	8
11M	5.4			5.4	1.89	13
13L	1			1	0.35	11
13M	1	1		2	0.70	27
18M	2.8	2.7		5.5	1.93	18
19M	3.2	10.8		14	4.91	12
						247

HDV = 54 m = Numero admisible de deducidos (mi)
m = 1 + (9/98)*(100 - HDV) m = 5.22

Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	54	48	36	27	18	183	5	89
2	54	48	36	27	2	167	4	89
3	54	48	36	2	2	142	3	84
4	54	48	2	2	2	108	2	75
5	54	2	2	2	2	62	1	62
MAXIMO CDV								89
PCI = 100 - MAXIMO CDV								11

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO		
HOJA DE REGISTRO				5		
AREA UNIDAD (m2)				285		
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO		
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA: 12/08/2018		
SECCION :		2				
TIPOS DE FALLAS						
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril		
2. Exudación.		9. Densivel de Carril		15.Surco en huella		
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento		
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento		
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento		
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo		
7. Fisuramiento en borde						
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	3	0.48	0.77	4.25	1.49	24
3M	24			24	8.42	16
5M	7.6	6	12.6	26.2	9.19	40
15L	3.85	2		5.85	2.05	13
15M	1.6			1.6	0.56	12
9L	12	4		16	5.61	4
11M	3			3	1.05	10
12	9			9	3.16	0
19M	7.2	48.4		55.6	19.51	25
						144

HDV = 40 m = Numero admisible de deducidos (mi)
m = 1 + (9/98)*(100 - HDV) m = 6.51

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	40	25	24	16	13	12	130	6	64
2	40	25	24	16	13	2	120	5	63
3	40	25	24	16	2	2	109	4	62
4	40	25	24	2	2	2	95	3	60
5	40	25	2	2	2	2	73	2	53
6	40	2	2	2	2	2	50	1	50
MAXIMO CDV									64
PCI = 100 - MAXIMO CDV									36

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO		
HOJA DE REGISTRO				AREA UNIDAD (m2)		
PROYECTO : AVENIDA QUEVEDO				6		
SENTIDO : La Virgen - Los Colonos				285		
SECCION : 2				JEFERSON PALLASCO		
FECHA: 12/08/2018						
TIPOS DE FALLAS						
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril		
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15.Surco en huella		
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento		
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento		
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento		
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo		
7. Fisuramiento en borde						
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	12	0.72	0.4	13.12	4.60	37
5M	4.5	2	0.3	6.8	2.39	23
15L	3.3	2.75		6.05	2.12	14
15M	1.75			1.75	0.61	13
9L	6.5			6.5	2.28	2
10L	3			3	1.05	0
10M	1.5	0.4	1.5	3.4	1.19	3
12	32	33		65	22.81	8
13M	1			1	0.35	17
18M	3.6			3.6	1.26	13
19M	37.4	10		47.4	16.63	21
						151

HDV = 37 m = Numero admisible de deducidos (mi)
m = 1 + (9/98)*(100 - HDV) m = 6.79

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	37	23	21	17	14	13	125	6	61
2	37	23	21	17	14	2	114	5	59
3	37	23	21	17	2	2	102	4	57
4	37	23	21	2	2	2	87	3	55
5	37	23	2	2	2	2	68	2	50
6	37	2	2	2	2	2	47	1	47
MAXIMO CDV									61
PCI = 100 - MAXIMO CDV									39

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		
HOJA DE REGISTRO						7		
AREA UNIDAD (m2)						285		
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR:		JEFERSON PALLASCO		
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA:		12/08/2018		
SECCION :		2						
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril				
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15.Surco en huella				
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento				
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento				
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento				
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo				
7. Fisuramiento en borde								
NIVEL DE DETERIORO	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	7	3.6	2.6	3.75	12.32	29.27	10.27	48
3M	3.75	6.4				10.15	3.56	9
4M	6					6	2.11	18
5M	12	6.4	7	1.4		26.8	9.40	39
15L	5.5					5.5	1.93	14
15M	2.4					2.4	0.84	17
9M	0.55					0.55	0.19	0
10M	2.5	5	6			13.5	4.74	11
11M	0.8	0.8	6	6.4		14	4.91	21
12	18					18	6.32	2
13L	1	1				2	0.70	16
18M	4.4	4.5				8.9	3.12	21
19L	29.4					29.4	10.32	6
19M	7					7	2.46	10
								232

HDV = 48

m = Numero admisible de deducidos (mi)

m = 1 + (9/98)*(100 - HDV)

m = 5.78

Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	48	39	21	21	18	147	5	72
2	48	39	21	21	2	131	4	74
3	48	39	21	2	2	112	3	70
4	48	39	2	2	2	93	2	66
5	48	2	2	2	2	56	1	56
MAXIMO CDV								74
PCI = 100 - MAXIMO CDV								26

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					UNIDAD DE MUESTREO		8	
HOJA DE REGISTRO					AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR:		JEFERSON PALLASCO		
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA:		12/08/2018		
SECCION :		2						
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril				
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15.Surco en huella				
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento				
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento				
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento				
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo				
7. Fisuramiento en borde								
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1L	10	7.5	5.4			22.9	8.04	30
1M	0.77	12.5				13.27	4.66	38
3M	19.5	6.6				26.1	9.16	17
4M	6	2				8	2.81	21
5L	4.9	21	20			45.9	16.11	18
5H	2.75					2.75	0.96	33
15M	0.9	1.2	1.5			3.6	1.26	20
9M	3					3	1.05	3
10L	1.1					1.1	0.39	0
10M	2.8	3	2	1.4		9.2	3.23	9
11M	4.8					4.8	1.68	13
11H	4.5					4.5	1.58	24
12	9.8					9.8	3.44	1
13H	1					1	0.35	34
18L	0.9	0.96				1.86	0.65	3
18M	2.16					2.16	0.76	12
19M	57.5	6				63.5	22.28	26
								302
HDV = 38 m = Numero admisible de deducidos (mi)								
m= 1 + (9/98)*(100 - HDV) m = 6.69								
Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	38	34	33	30	26	161	5	86
2	38	34	33	30	2	137	4	82
3	38	34	33	2	2	109	3	75
4	38	34	2	2	2	78	2	65
5	38	2	2	2	2	46	1	55
MAXIMO CDV								86
PCI= 100 - MAXIMO CDV								14

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					UNIDAD DE MUESTREO		
HOJA DE REGISTRO					9		
AREA UNIDAD (m2)					285		
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA: 12/08/2018			
SECCION :		2					
TIPOS DE FALLAS							
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15.Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento			
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde							
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	5.4	10.5	2.5		18.4	6.46	41
1H	0.35				0.35	0.12	12
3L	24.9				24.9	8.74	8
3M	13				13	4.56	10
5L	9				9	3.16	6
5M	24	32	6.6		62.6	21.96	25
15L	3	2.4	1.8		7.2	2.53	15
15M	1.5				1.5	0.53	13
10L	1.5				1.5	0.53	0
10M	2.2	3			5.2	1.82	5
11M	10	8	4.5		22.5	7.89	28
12	12				12	4.21	1
13L	1	1			2	0.70	15
18M	0.12	0.28	0.2	0.27	0.87	0.31	0.5
19L	8.4				8.4	2.95	2
19M	16	8			24	8.42	17
19H	10.5				10.5	3.68	26
							224.5

$$HDV = 41$$

$$m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$$

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

$$m = 6.42$$

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	41	28	26	25	17	15	152	6	74
2	41	28	26	25	17	2	139	5	72
3	41	28	26	25	2	2	124	4	71
4	41	28	26	2	2	2	101	3	64
5	41	28	2	2	2	2	77	2	55
6	41	2	2	2	2		49	1	49
MAXIMO CDV									74
PCI = 100 - MAXIMO CDV									26

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		10
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		285
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR:		JEFERSON PALLASCO		
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA:		12/08/2018		
SECCION :		2						
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril				
2. Exudación.		9. Densivel de Carril		15.Surco en huella				
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento				
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento				
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento				
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo				
7. Fisuramiento en borde								
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	10	9	21	6	2.8	48.8	17.12	52
1H	0.35					0.35	0.12	12
3M	2.4	30				32.4	11.37	18
5L	9					9	3.16	6
5M	5.6	8	13.2			26.8	9.40	39
15M	1.125	0.9				2.025	0.71	15
7M	6					6	2.11	8
9M	3	10	4			17	5.96	10
11L	35					35	12.28	18
11M	4.5					4.5	1.58	11
12	10.8					10.8	3.79	0
18M	11					11	3.86	24
19L	56					56	19.65	8
19M	32	6.5				38.5	13.51	21
								242

$$HDV = 52$$

$$m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$$

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

$$m = 5.41$$

Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	52	39	24	21	18	154	5	79
2	52	39	24	21	2	138	4	77
3	52	39	24	2	2	119	3	74
4	52	39	2	2	2	97	2	68
5	52	2	2	2	2	60	1	60
MAXIMO CDV								79
PCI = 100 - MAXIMO CDV								21

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					UNIDAD DE MUESTREO		11	
HOJA DE REGISTRO					AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR:		JEFERSON PALLASCO		
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA:		12/08/2018		
SECCION :		2						
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril				
2. Exudación.		9. Densivel de Carril		15.Surco en huella				
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento				
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento				
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento				
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo				
7. Fisuramiento en borde								
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1L	6.6	10				16.6	5.82	28
1M	6					6	2.11	29
4M	3					3	1.05	12
5M	1.2	6.6	12.6	22.5		42.9	15.05	45
15L	3.6	1.2				4.8	1.68	12
15M	0.9					0.9	0.32	10
9M	3	8				11	3.86	8
18M	2.5	4.8				7.3	2.56	20
19L	22					22	7.72	3
19M	12	16.8				28.8	10.11	18
								185

HDV = 45 m = Numero admisible de deducidos (mi)
m = 1 + (9/98)*(100 - HDV) m = 6.05

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	45	29	28	20	18	12	152	6	74
2	45	29	28	20	18	2	142	5	73
3	45	29	28	20	2	2	126	4	71
4	45	29	28	2	2	2	108	3	68
5	45	29	2	2	2	2	82	2	59
6	45	2	2	2	2	2	55	1	55
MAXIMO CDV									74
PCI = 100 - MAXIMO CDV									26

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					UNIDAD DE MUESTREO		12	
HOJA DE REGISTRO					AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR:		JEFERSON PALLASCO		
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA:		12/08/2018		
SECCION :		2						
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril				
2. Exudación.		9. Densivel de Carril		15.Surco en huella				
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento				
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento				
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento				
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo				
7. Fisuramiento en borde								
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	2.4	1.62	2.32		6.34	2.22	30	
4M	4	3.5			7.5	2.63	20	
5L	45				45	15.79	17	
5M	15	14.4	12.5		41.9	14.70	44	
15L	2.4	2.8	2.1	1.2	8.5	2.98	18	
15M	2				2	0.70	15	
7H	15				15	5.26	16	
9M	6	3			9	3.16	8	
10M	2.8				2.8	0.98	2	
11M	10	5			15	5.26	22	
13M	1	1	1		3	1.05	31	
18M	2.1	0.6	0.24		2.94	1.03	12	
19M	44	21.6	24.3		89.9	31.54	30	
							265	

HDV = 44

m = Numero admisible de deducidos (mi)

m = $1 + (9/98) * (100 - HDV)$

m = 6.14

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	44	31	30	30	22	20	177	6	83
2	44	31	30	30	22	2	159	5	80
3	44	31	30	30	2	2	139	4	78
4	44	31	30	2	2	2	111	3	69
5	44	31	2	2	2	2	83	2	60
6	44	2	2	2	2	2	54	1	54
MAXIMO CDV									83
PCI = 100 - MAXIMO CDV									17

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO	
HOJA DE REGISTRO				13	
AREA UNIDAD (m2)				285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO	
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA: 12/08/2018	
SECCION :		2			
TIPOS DE FALLAS					
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14. Cruce de Ferrocarril	
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15. Surco en huella	
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16. Desplazamiento	
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio		17. Fisuramiento de Resbalamiento	
5. Corrugación		12. Agregado Pulido		18. Hinchamiento	
6. Depresión		13. Baches		19. Desmoronamiento / Intemperismo	
7. Fisuramiento en borde					
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD		TOTAL	DEDUCT VALUE (DV)
1M	2	3		5	27
1H	0.24	0.4		0.64	18
4L	7			7	7
4M	1.4			1.4	8
5L	16.25			16.25	9
5M	25.6	27	13.6	66.2	51
15M	3.6			3.6	20
15L	3.2	4.5	4.5	12.2	20
9L	4.5			4.5	1
9M	2.5			2.5	3
10M	1.2			1.2	0
11M	8.75	6	12	26.75	30
13H	1			1	33
16M	6			6	16
18L	6			6	5
18M	1.92			1.92	10
19M	39.1	33		72.1	27
19H	11			11	26
					311

HDV = 51 m = Numero admisible de deducidos (mi)
 $m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$ m = 5.50

Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	51	33	30	27	27	168	5	83
2	51	33	30	27	2	143	4	80
3	51	33	30	2	2	118	3	73
4	51	33	2	2	2	90	2	64
5	51	2	2	2	2	59	1	59
MAXIMO CDV								83
PCI = 100 - MAXIMO CDV								17

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO		14
HOJA DE REGISTRO				AREA UNIDAD (m2)		285
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR:		JEFERSON PALLASCO
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos		FECHA:		12/08/2018
SECCION :		2				
TIPOS DE FALLAS						
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14.Cruce de Ferrocarril		
2. Exudación.		9. Densivel de Carril		15.Surco en huella		
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16.Desplazamiento		
4. Densiveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio		17.Fisuramiento de Resbalamiento		
5. Corrugación		12.Agregado Pulido		18.Hinchamiento		
6. Depresión		13.Baches		19.Desmoronamiento / Intemperismo		
7. Fisuramiento en borde						
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	3.6	0.42	1.68	5.7	2.00	29
1H	0.56			0.56	0.20	16
3M	12			12	4.21	10
4L	15			15	5.26	10
5L	57			57	20.00	20
5M	32.5	24.5		57	20.00	49
15M	0.8	0.6	1.2	2.6	0.91	18
9M	3.5	2.3		5.8	2.04	5
11M	13.2			13.2	4.63	21
18M	7.2			7.2	2.53	20
19L	44.8			44.8	15.72	8
19M	36	20		56	19.65	24
						230

HDV = 49

m = Numero admisible de deducidos (mi)

$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$

m = 5.68

Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	49	29	24	21	20	143	5	73
2	49	29	24	21	2	125	4	71
3	49	29	24	2	2	106	3	67
4	49	29	2	2	2	84	2	60
5	49	2	2	2	2	57	1	57
MAXIMO CDV								73
PCI = 100 - MAXIMO CDV								27

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		15	
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR:		JEFERSON PALLASCO	
SENTIDO :		La Virgen - Los Colonos				FECHA:		12/08/2018	
SECCION :		2							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.			8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón			14.Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.			9. Desnivel de Carril			15.Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.			10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal			16.Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados			11.Parche de corte de Servicio			17.Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación			12.Agregado Pulido			18.Hinchamiento			
6. Depresión			13.Baches			19.Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	4	3.6	0.9	1.4	2.5	12.4	4.35	36	
3M	22.5					22.5	7.89	14	
4M	3					3	1.05	12	
5M	7.8	4.8	4.5	3		20.1	7.05	35	
15M	0.6					0.6	0.21	8	
15L	0.8	0.9				1.7	0.60	6	
9L	5	2.8				7.8	2.74	3	
9M	3					3	1.05	4	
10M	2.2	2				4.2	1.47	3	
12	70					70	24.56	8	
13L	1					1	0.35	8	
18L	0.48					0.48	0.17	1	
18M	1.5					1.5	0.53	8	
19M	22	21	22.5			65.5	22.98	25	
								171	

HDV = 36 m = Numero admisible de deducidos (mi)
 $m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$ m = 6.88

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	36	35	25	14	12	8	130	6	63
2	36	35	25	14	12	2	124	5	64
3	36	35	25	14	2	2	114	4	65
4	36	35	25	2	2	2	102	3	64
5	36	35	2	2	2	2	79	2	57
6	36	2	2	2	2	2	46	1	46
MAXIMO CDV									65
PCI = 100 - MAXIMO CDV									35

RESUMEN DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

U. MUESTREO	ABS. INICIAL	ABS. FINAL	PCI	AREA
1	0 + 060	0 + 090	40	195
2	0 + 270	0 + 300	42	195
3	0 + 480	0 + 510	31	195
4	0 + 690	0 + 720	11	285
5	0 + 900	0 + 930	36	285
6	1 + 110	1 + 140	39	285
7	1 + 320	1 + 350	26	285
8	1 + 530	1 + 560	14	285
9	1 + 740	1 + 770	26	285
10	1 + 950	1 + 980	21	285
11	2 + 160	2 + 190	26	285
12	2 + 370	2 + 400	17	285
13	2 + 580	2 + 610	17	285
14	2 + 790	2 + 820	27	285
15	3 + 000	3 + 030	35	285

PROMEDIO PCI

27.2

MALO

FOTOS DE LAS FALLAS MAS REPRESENTATIVAS SENTIDO “LA VIRGEN – LOS COLONOS”



Piel de Cocodrilo (1M)



Corrugaciones (5M)



Intemperismo (19L)



Parche (11M)



Corrugaciones (5M)



Agregado Pulido (12M) y Surco en Huella (15M)



Piel de Cocodrilo (1M)



Fisuramiento en Bloque (3M)



Fisuras Transversales (10M)



Intemperismo (19M)



Piel de Cocodrilo (1M)



Fisuras Longitudinales (10M)



Corrugaciones (5M)



Intemperismo (19M) y Surco en Huella (15L)



Piel de Cocodrilo (1H)



Corrugaciones (5M) y Surco en Huella (15L)



Fisuramiento en Bloque (3H)



Intemperismo (19M) e Hinchamiento (18M)



Fisuramiento en Bloque (3M)



Intemperismo (19M)



Corrugaciones (5M)



Piel de cocodrilo (1M)



Bache (13M)



Intemperismo (19M) y Agregado Pulido (12)



Piel de Cocodrilo (1M), Corrugaciones (5M) y Surco en Huella (15M)

FALLAS ANALIZADAS SENTIDO “LA VIRGEN – AV. LOS COLONOS”

PIEL DE COCODRILO		
FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
1M	1	3.44
1M	3	5.75
1M	5	1.49
1M	6	4.60
1M	7	10.27
1L	8	8.04
1M	8	4.66
1M	9	6.46
1H	9	0.12
1M	10	17.12
1H	10	0.12
1L	11	5.82
1M	11	2.11
1M	12	2.22
1M	13	1.75
1H	13	0.22
1M	14	2.00
1H	14	0.20
1M	15	4.35
PROMEDIO		4.25

FISURAMIENTO EN BLOQUE		
FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
3M	2	1.92
3H	4	28.95
3M	5	8.42
3M	7	3.56
3M	8	9.16
3L	9	8.74
3M	9	4.56
3M	10	11.37
3M	14	4.21
3M	15	7.89
PROMEDIO		8.88

CORRUGACIONES		
FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
5M	1	2.03
5H	1	0.12
5M	2	5.05
5M	3	2.03
5M	4	7.33
5M	5	9.19
5M	6	2.39
5M	7	9.40
5L	8	16.11
5H	8	0.96
5L	9	3.16
5M	9	21.96
5L	10	3.16
5M	10	9.40
5M	11	15.05
5L	12	15.79
5M	12	14.70
5L	13	5.70
5M	13	23.23
5L	14	20.00
5M	14	20.00
5M	15	7.05
PROMEDIO		9.72

DESNIVELES LOCALIZADOS		
FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
4M	7	2.11
4M	8	2.81
4M	11	1.05
4M	12	2.63
4L	13	2.46
4M	13	0.49
4L	14	5.26
4M	15	1.05
PROMEDIO		2.23

FISURAMIENTO LONGITUDINAL / TRANSVERSAL		
FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
10M	12	0.98
10M	13	0.42
10M	1	5.13
10L	1	1.95
10L	2	10.51
10M	2	2.87
10H	2	2.05
10M	3	1.44
10L	6	1.05
10M	6	1.19
10M	7	4.74
10L	8	0.39
10M	8	3.23
10L	9	0.53
10M	9	1.82
10M	15	1.47
PROMEDIO		2.74

PARCHE DE CORTE		
FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
11M	1	6.15
11H	2	1.28
11L	4	3.16
11M	4	1.89
11M	5	1.05
11M	7	4.91
11M	8	1.68
11H	8	1.58
11M	9	7.89
11L	10	12.28
11M	10	1.58
11M	12	5.26
11M	13	9.39
11M	14	4.63
PROMEDIO		4.48

FISURA DE BORDE, DESNIVEL DE CARRIL, DESPLAZAMIENTO		
FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
7H	12	5.26
9M	4	0.98
9L	5	5.61
9L	6	2.28
9M	7	0.19
9M	8	1.05
9M	10	5.96
9M	11	3.86
9M	12	3.16
9L	13	1.58
9M	13	0.88
9M	14	2.04
9L	15	2.74
9M	15	1.05
16M	13	2.11
PROMEDIO		2.58

BACHES

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
13L	1	1.03
13L	3	1.54
13L	4	0.35
13M	4	0.70
13M	6	0.35
13L	7	0.70
13H	8	0.35
13L	9	0.70
13M	12	1.05
13H	13	0.35
13L	15	0.35
PROMEDIO		0.68

AGREGADO PULIDO

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
12	1	21.54
12	3	12.82
12	5	3.16
12	6	22.81
12	7	6.32
12	8	3.44
12	9	4.21
12	10	3.79
12	15	24.56
PROMEDIO		11.40

DESMORONAMIENTO / INTEMPERISMO

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
19L	1	16.67
19M	1	1.85
19M	2	7.38
19M	3	35.13
19M	4	4.91
19M	5	19.51
19M	6	16.63
19L	7	10.32
19M	7	2.46
19M	8	22.28
19L	9	2.95
19M	9	8.42
19H	9	3.68
19L	10	19.65
19M	10	13.51
19L	11	7.72
19M	11	10.11
19M	12	31.54
19M	13	25.30
19H	13	3.86
19L	14	15.72
19M	14	19.65
19M	15	22.98
PROMEDIO		14.01

HINCHAMIENTO

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
18M	1	0.21
18M	2	0.43
18M	4	1.93
18M	6	1.26
18M	7	3.12
18L	8	0.65
18M	8	0.76
18M	9	0.31
18M	10	3.86
18M	11	2.56
18M	12	1.03
18L	13	2.11
18M	13	0.67
18M	14	2.53
18L	15	0.17
18M	15	0.53
PROMEDIO		1.38

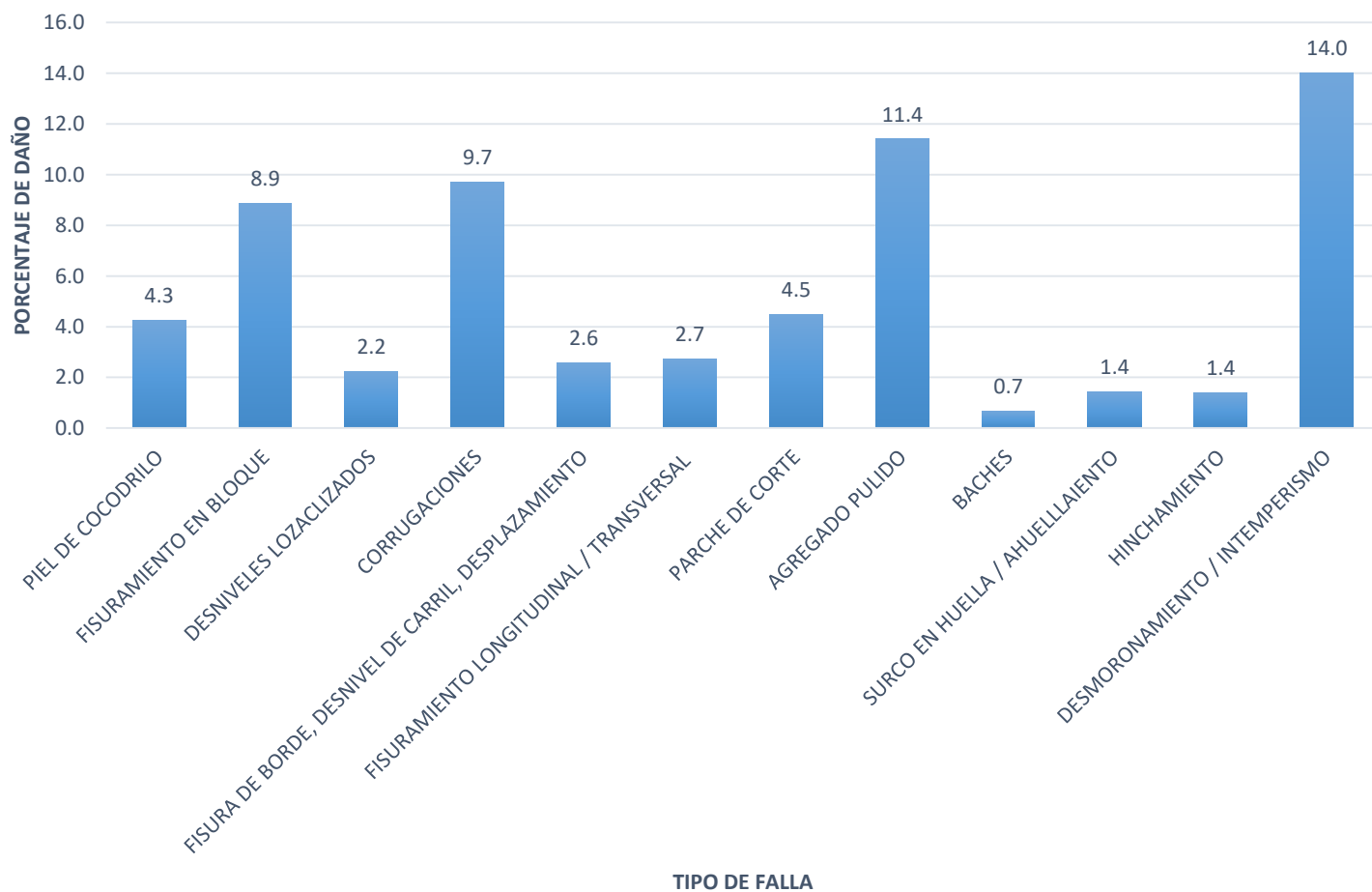
URCO EN HUELLA / AHUELLAMIENTO

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
15M	1	0.92
15M	2	1.41
15L	3	1.03
15L	4	3.23
15L	5	2.05
15M	5	0.56
15L	6	2.12
15M	6	0.61
15L	7	1.93
15M	7	0.84
15M	8	1.26
15L	9	2.53
15M	9	0.53
15M	10	0.71
15L	11	1.68
15M	11	0.32
15L	12	2.98
15M	12	0.70
15M	13	1.26
15L	13	4.28
15M	14	0.91
15M	15	0.21
15L	15	0.60
PROMEDIO		1.42

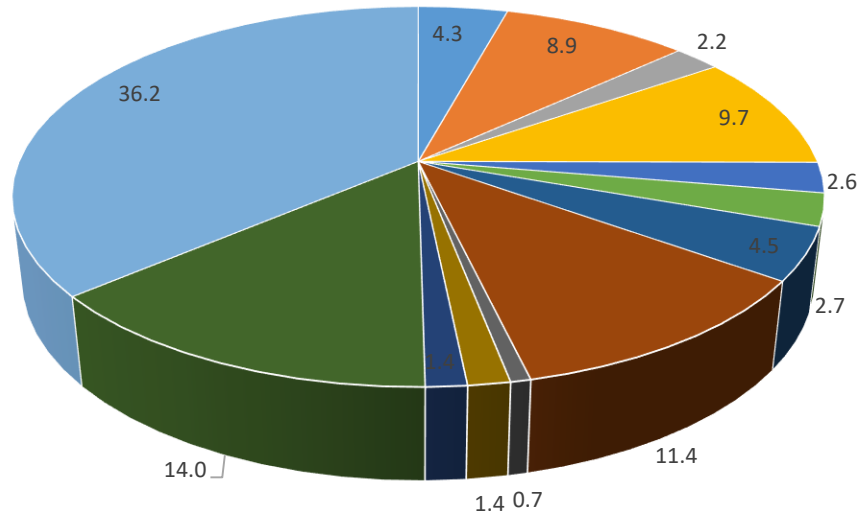
RESUMEN DE LAS FALLAS ANALIZADAS

TIPO	FALLA	%	TOTAL
1	PIEL DE COCODRILO	4.3	63.8
3	FISURAMIENTO EN BLOQUE	8.9	
4	DESNIVELES LOZACLIZADOS	2.2	
5, 6	CORRUGACIONES	9.7	
7, 9, 16	FISURA DE BORDE, DESNIVEL DE CARRIL, DESPLAZAMIENTO	2.6	
10	FISURAMIENTO LONGITUDINAL / TRANSVERSAL	2.7	
11	PARCHE DE CORTE	4.5	
12	AGREGADO PULIDO	11.4	
13	BACHES	0.7	
15	SURCO EN HUELLA / AHUELLAMIENTO	1.4	
18	HINCHAMIENTO	1.4	
19	DESMORONAMIENTO / INTEMPERISMO	14.0	
BUEN ESTADO DE LA VIA		36.2 %	

FALLAS - AFECTACION "SENTIDO LA VIRGEN - AV. LOS COLONOS"



TOTAL DE FALLAS POR LAS UNIDADES DE MUESTREO
"SENTIDO LA VIRGEN - AV. LOS COLONOS"



- PIEL DE COCODRILO
- DESNIWELES LOZACLIZADOS
- FISURA DE BORDE, DESNIVEL DE CARRIL, DESPLAZAMIENTO
- PARCHE DE CORTE
- BACHES
- HINCHAMIENTO
- BUEN ESTADO DE LA VIA
- FISURAMIENTO EN BLOQUE
- CORRUGACIONES
- FISURAMIENTO LONGITUDINAL / TRANSVERSAL
- AGREGADO PULIDO
- SURCO EN HUELLA / AHUELLAMIENTO
- DESMORONAMIENTO / INTEMPERISMO

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		1	
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		195	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen				FECH/13/08/2018			
SECCION :		1							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.			8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón			14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.			9. Desnivel de Carril			15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.			10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal			16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados			11. Parche de corte de Servicio			17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación			12. Agregado Pulido			18. Hinchamiento			
6. Depresión			13. Baches			19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1L	0.6	0.8	2.5				3.9	2.00	18
15L	0.6	1					1.6	0.82	8
7M	15						15	7.69	12
10M	3	2	2.5	1.3	2.2		11	5.64	12
12	8						8	4.10	1
13L	1	1	1				3	1.54	25
18M	0.9	3.6					4.5	2.31	19
19L	26.4						26.4	13.54	6
19M	13	9.9					22.9	11.74	20
									121

HDV = 25 m = Numero admisible de deducidos (mi)
m= 1 + (9/98)*(100 - HDV) m = 7.8877551

Nº	DEDUCT VALUES							TOTAL	q	CDV
1	25	20	19	18	12	12	8	114	7	56
2	25	20	19	18	12	12	2	108	6	53
3	25	20	19	18	12	2	2	98	5	51
4	25	20	19	18	2	2	2	88	4	50
5	25	20	19	2	2	2	2	72	3	46
6	25	20	2	2	2	2	2	55	2	40
7	25	2	2	2	2	2	2	37	1	37
MAXIMO CDV										56
PCI = 100 - MAXIMO CDV										44

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							UNIDAD DE MUESTREO		2
HOJA DE REGISTRO							AREA UNIDAD (m2)		195
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO					REALIZADO POR:		JEFERSON PALLASCO
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen					FECH/		13/08/2018
SECCION :		1							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón			14.Cruce de Ferrocarril				
2. Exudación.		9. Densivel de Carril			15.Surco en huella				
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal			16.Desplazamiento				
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio			17.Fisuramiento de Resbalamiento				
5. Corrugación		12.Agregado Pulido			18.Hinchamiento				
6. Depresión		13.Baches			19.Desmoronamiento / Intemperismo				
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	0.42	0.45	1.3	0.3	0.75	3.22	1.65	26	
3L	45.9	35				80.9	41.49	19	
4M	6					6	3.08	21	
5M	4	5.6				9.6	4.92	30	
15L	0.3	2.4	1.2			3.9	2.00	13	
7M	4.5					4.5	2.31	8	
10L	6.5					6.5	3.33	1	
11M	7.2					7.2	3.69	19	
11H	2.5					2.5	1.28	20	
12	4.8					4.8	2.46	0	
19M	3.6	7				10.6	5.44	13	
19H	1.75					1.75	0.90	15	
								185	

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		3	
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		195	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen				FECHA: 13/08/2018			
SECCION :		1							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón				14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril				15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal				16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio				17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12. Agregado Pulido				18. Hinchamiento			
6. Depresión		13. Baches				19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	1.2	1.08					2.28	1.17	21
1H	0.4						0.4	0.21	16
4M	7						7	3.59	24
7M	12						12	6.15	11
9M	5						5	2.56	7
10L	5.5						5.5	2.82	1
10M	3	2	5.1	1.1	22	33.2	17.03	22	
11M	4.2						4.2	2.15	13
12	24						24	12.31	3
19M	15	14.4					29.4	15.08	22
19H	2.4						2.4	1.23	18
									158

$$HDV = 24$$

$$m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$$

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

$$m = 7.9795918$$

Nº	DEDUCT VALUES							TOTAL	q	CDV
1	24	22	22	21	18	16	13	136	7	66
2	24	22	22	21	18	16	2	125	6	61
3	24	22	22	21	18	2	2	111	5	57
4	24	22	22	21	2	2	2	95	4	55
5	24	22	22	2	2	2	2	76	3	49
6	24	22	2	2	2	2	2	56	2	42
7	24	2	2	2	2	2	2	36	1	36
MAXIMO CDV										66
PCI = 100 - MAXIMO CDV										34

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO	
HOJA DE REGISTRO				4	
				AREA UNIDAD (m2)	
				285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO	
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen		FECHA: 13/08/2018	
SECCION :		2			
TIPOS DE FALLAS					
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14. Cruce de Ferrocarril	
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15. Surco en huella	
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16. Desplazamiento	
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio		17. Fisuramiento de Resbalamiento	
5. Corrugación		12. Agregado Pulido		18. Hinchamiento	
6. Depresión		13. Baches		19. Desmoronamiento / Intemperismo	
7. Fisuramiento en borde					
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD %
					DEDUCT VALUE (DV)
1M	18	1.76	22.5	42.26	14.83
1H	1.5			1.5	0.53
3L	60			60	21.05
4M	8.5	4.2		12.7	4.46
5M	6	12	10.5	28.5	10.00
15M	1.95	1.5		3.45	1.21
10M	8	4.3		12.3	4.32
11M	20			20	7.02
11H	2			2	0.70
12	8.4			8.4	2.95
13M	1			1	0.35
18M	3.5			3.5	1.23
19L	28			28	9.82
19M	45	8	4.8	57.8	20.28
					270

$$HDV = 41$$

$$m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$$

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

$$m = 6.4183673$$

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	41	40	27	27	25	20	180	6	84
2	41	40	27	27	25	2	162	5	81
3	41	40	27	27	2	2	139	4	78
4	41	40	27	2	2	2	114	3	71
5	41	40	2	2	2	2	89	2	64
6	41	2	2	2	2	2	51	1	51
MAXIMO CDV									84
PCI = 100 - MAXIMO CDV									16

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		6
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		285
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR:		JEFERSON PALLASCO
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen				FECHA:		13/08/2018
SECCION :		2						
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón			14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril			15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal			16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio			17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12. Agregado Pulido			18. Hinchamiento			
6. Depresión		13. Baches			19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde								
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1L	4					4	1.40	13
1M	3.5	12.5	6	2.5	4	28.5	10.00	47
3M	9	20	6			35	12.28	18
4L	2.5					2.5	0.88	3
4M	3.3	5				8.3	2.91	21
5M	3.2	2.8	11.7	1.5		19.2	6.74	34
15M	4					4	1.40	22
9M	6					6	2.11	5
11M	4.5					4.5	1.58	12
11H	8					8	2.81	28
12	28	19.5				47.5	16.67	6
13L	1	1				2	0.70	15
13M	1	1				2	0.70	26
18M	0.8	0.35	0.96			2.11	0.74	1
19M	6	14.4				20.4	7.16	16
19H	12					12	4.21	29
								296

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		7	
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen				FECH/ 13/08/2018			
SECCION :		2							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón				14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril				15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal				16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio				17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12. Agregado Pulido				18. Hinchamiento			
6. Depresión		13. Baches				19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1L	19.5	0.63				20.13	7.06	30	
1M	15	6	1.2	0.9	7.2	30.3	10.63	47	
3M	7.5	16.8				24.3	8.53	16	
4M	3	4.5				7.5	2.63	20	
5M	7	6.4				13.4	4.70	30	
15M	1.4	2.1				3.5	1.23	20	
10L	0.6	2.2				2.8	0.98	0	
10M	2					2	0.70	2	
11L	7.5					7.5	2.63	6	
11M	21.6					21.6	7.58	28	
12	30					30	10.53	3	
18M	0.68	0.45				1.13	0.40	0	
19M	24	12				36	12.63	20	
19H	5.4					5.4	1.89	20	
								242	

$$HDV = 47$$

$$m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$$

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

$$m = 5.8673469$$

Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	47	30	30	28	20	155	5	79
2	47	30	30	28	2	137	4	77
3	47	30	30	2	2	111	3	69
4	47	30	2	2	2	83	2	60
5	47	2	2	2	2	55	1	55
MAXIMO CDV								79
PCI = 100 - MAXIMO CDV								21

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) HOJA DE REGISTRO						UNIDAD DE MUESTREO AREA UNIDAD (m2)		8 285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen				FECH/ 13/08/2018			
SECCION :		2							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón				14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril				15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal				16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio				17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12. Agregado Pulido				18. Hinchamiento			
6. Depresión		13. Baches				19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	3.3	15	6.12	20	26.4	70.82	24.85	58	
3L	20	18				38	13.33	10	
4L	3	6	2.5			11.5	4.04	9	
4M	5.5					5.5	1.93	18	
5L	22.8	28				50.8	17.82	19	
5M	21	6				27	9.47	39	
15L	4.8	2.7				7.5	2.63	16	
15M	1.8					1.8	0.63	13	
9M	3.5					3.5	1.23	3	
11L	36					36	12.63	18	
11M	24					24	8.42	29	
12	54	42.5				96.5	33.86	9	
18L	7.5					7.5	2.63	7	
19L	54					54	18.95	8	
19M	36	3.6				39.6	13.89	21	
								277	

HDV = 58

m = Numero admisible de deducidos (mi)

$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$

m = 4.8571429

Nº	DEDUCT VALUES				TOTAL	q	CDV
1	58	39	29	21	147	4	81
2	58	39	29	2	128	3	78
3	58	39	2	2	101	2	71
4	58	2	2	2	64	1	64
MAXIMO CDV							81
PCI = 100 - MAXIMO CDV							19

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					UNIDAD DE MUESTREO		9	
HOJA DE REGISTRO					AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO			REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen			FECH/ 13/08/2018			
SECCION :		2						
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón			14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril			15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal			16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio			17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12. Agregado Pulido			18. Hinchamiento			
6. Depresión		13. Baches			19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde								
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1L	14.4	7.2			21.6	7.58	30	
1M	12	12.5	12.6		37.1	13.02	50	
1H	0.96				0.96	0.34	20	
4M	3	2	1.8		6.8	2.39	19	
5L	3	3.6	9.6		16.2	5.68	9	
5M	5.6				5.6	1.96	21	
10M	2.5	10	6	4.5	23	8.07	15	
11M	3.6	9			12.6	4.42	21	
12	44	30			74	25.96	8	
13L	1	1			2	0.70	15	
13M	1				1	0.35	16	
18L	0.24	0.21	0.55		1	0.35	0	
18M	0.4				0.4	0.14	9	
19L	39.6	13			52.6	18.46	7	
19M	16	18.7			34.7	12.18	20	
							260	

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				UNIDAD DE MUESTREO		10	
HOJA DE REGISTRO				AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO		REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen		FECH#13/08/2018			
SECCION :		2					
TIPOS DE FALLAS							
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón		14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril		15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal		16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio		17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12. Agregado Pulido		18. Hinchamiento			
6. Depresión		13. Baches		19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde							
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	0.4	1.2	4.8	6.4	2.25	30	
1H	6			6	2.11	41	
4M	8	2.4		10.4	3.65	24	
5L	24			24	8.42	11	
5M	12	32		44	15.44	46	
15L	8			8	2.81	17	
15M	3.2			3.2	1.12	20	
9M	4			4	1.40	4	
11M	3.6	40		43.6	15.30	36	
12	19.2			19.2	6.74	2	
13L	1			1	0.35	9	
13M	1	1		2	0.70	27	
18M	3	3.6		6.6	2.32	20	
19M	24	9.8	24	57.8	20.28	25	
						312	

HDV = 46

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	46	41	36	30	27	180	5	88
2	46	41	36	30	2	155	4	85
3	46	41	36	2	2	127	3	77
4	46	41	2	2	2	93	2	66
5	46	2	2	2	2	54	1	54
MAXIMO CDV								88
PCI = 100 - MAXIMO CDV								12

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					UNIDAD DE MUESTREO		11	
HOJA DE REGISTRO					AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO			REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen			FECH/13/08/2018			
SECCION :		2						
TIPOS DE FALLAS								
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón			14.Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril			15.Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10.Fisuramiento Longitudinal o Transversal			16.Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11.Parche de corte de Servicio			17.Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12.Agregado Pulido			18.Hinchamiento			
6. Depresión		13.Baches			19.Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde								
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	4.5	4.8	2.4	0.4	12.1	4.25	37	
3M	6				6	2.11	6	
3H	17.5				17.5	6.14	22	
4L	3				3	1.05	3	
4M	2.4	0.8			3.2	1.12	12	
5L	3.6	12			15.6	5.47	9	
5M	25	39			64	22.46	50	
15L	3	4			7	2.46	16	
15M	2.1				2.1	0.74	16	
12	24				24	8.42	3	
13L	1				1	0.35	9	
13M	1	1	1		3	1.05	31	
18M	3	6.12			9.12	3.20	7	
19L	8.4				8.4	2.95	2	
19M	18	18			36	12.63	20	
243								

HDV = 50

m = Numero admisible de deducidos (mi)

$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$

m = 5.5918367

Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	50	37	31	22	20	160	5	81
2	50	37	31	22	2	142	4	79
3	50	37	31	2	2	122	3	75
4	50	37	2	2	2	93	2	65
5	50	2	2	2	2	58	1	58
MAXIMO CDV								81
PCI = 100 - MAXIMO CDV								19

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		12	
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen				FECH/ 13/08/2018			
SECCION :		2							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.			8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón			14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.			9. Densivel de Carril			15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.			10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal			16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados			11. Parche de corte de Servicio			17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación			12. Agregado Pulido			18. Hinchamiento			
6. Depresión			13. Baches			19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1M	1.2	6	8	1.62	0.24	17.06	5.99	40	
4M	3	4	6			13	4.56	28	
5L	1.4	8.8				10.2	3.58	6	
5M	1.5	12	8.5			22	7.72	36	
9M	3	2.8				5.8	2.04	5	
10L	1.2					1.2	0.42	0	
10M	3					3	1.05	3	
11M	6	9				15	5.26	22	
12	11.4					11.4	4.00	0	
13L	1	1				2	0.70	16	
18M	0.3	1				1.3	0.46	9	
19L	12	37.5				49.5	17.37	8	
19M	16					16	5.61	12	
								185	

$$HDV = 40$$

$$m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$$

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

$$m = 6.5102041$$

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	40	36	28	22	16	12	154	6	74
2	40	36	28	22	16	2	144	5	73
3	40	36	28	22	2	2	130	4	74
4	40	36	28	2	2	2	110	3	68
5	40	36	2	2	2	2	84	2	61
6	40	2	2	2	2	2	50	1	50
MAXIMO CDV									74
PCI = 100 - MAXIMO CDV									26

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		13	
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen				FECH/13/08/2018			
SECCION :		2							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.		8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón				14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.		9. Desnivel de Carril				15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.		10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal				16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados		11. Parche de corte de Servicio				17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación		12. Agregado Pulido				18. Hinchamiento			
6. Depresión		13. Baches				19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1L	20	12					32	11.23	32
1M	3.6						3.6	1.26	21
3M	12						12	4.21	10
4L	7	6					13	4.56	10
5L	2.5	0.42	12	14.4	12		41.32	14.50	16
6L	0.12	0.7					0.82	0.29	0
15L	1.5						1.5	0.53	6
9M	2	1.2					3.2	1.12	2
10M	1.5	6					7.5	2.63	7
13L	1	1					2	0.70	16
18M	0.6	0.32					0.92	0.32	7
19M	22						22	7.72	15
									142

HDV = 32 m = Numero admisible de deducidos (mi)
 $m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$ $m = 7.244898$

Nº	DEDUCT VALUES							TOTAL	q	CDV
1	32	21	16	16	15	10	10	120	7	58
2	32	21	16	16	15	10	2	112	6	55
3	32	21	16	16	15	2	2	104	5	54
4	32	21	16	16	2	2	2	91	4	52
5	32	21	16	2	2	2	2	77	3	50
6	32	21	2	2	2	2	2	63	2	46
7	32	2	2	2	2	2	2	44	1	44
MAXIMO CDV										58
PCI = 100 - MAXIMO CDV										42

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		14	
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen				FECH/ 13/08/2018			
SECCION :		2							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.			8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón			14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.			9. Densivel de Carril			15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.			10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal			16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados			11. Parche de corte de Servicio			17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación			12. Agregado Pulido			18. Hinchamiento			
6. Depresión			13. Baches			19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1L	6	3.6	4.8				14.4	5.05	27
3M	9	15				24	8.42	16	
4M	2	2.8				4.8	1.68	17	
5M	6	8.5	6	26.4			46.9	16.46	47
15L	4.5					4.5	1.58	11	
6M	0.06	0.24	0.1	0.3	0.36	1.06	0.37	9	
9M	1.7					1.7	0.60	1	
10L	3					3	1.05	0	
10M	7					7	2.46	7	
11M	7.5	7.2	3			17.7	6.21	25	
12	17.6					17.6	6.18	2	
18M	2.5	2				4.5	1.58	16	
19M	12	18	12.5			42.5	14.91	21	
199									

$$HDV = 47$$

$$m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$$

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

$$m = 5.8673469$$

Nº	DEDUCT VALUES					TOTAL	q	CDV
1	47	27	25	21	17	137	5	66
2	47	27	25	21	2	122	4	69
3	47	27	25	2	2	103	3	64
4	47	27	2	2	2	80	2	57
5	47	2	2	2	2	55	1	55
MAXIMO CDV								69
PCI = 100 - MAXIMO CDV								31

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						UNIDAD DE MUESTREO		15	
HOJA DE REGISTRO						AREA UNIDAD (m2)		285	
PROYECTO :		AVENIDA QUEVEDO				REALIZADO POR: JEFERSON PALLASCO			
SENTIDO :		Los Colonos - La Virgen				FECH/ 13/08/2018			
SECCION :		2							
TIPOS DE FALLAS									
1. Piel de cocodrilo.			8. Fisuramiento de Reflexión de losas de hormigón			14. Cruce de Ferrocarril			
2. Exudación.			9. Densivel de Carril			15. Surco en huella			
3. Fisuramiento en Bloque.			10. Fisuramiento Longitudinal o Transversal			16. Desplazamiento			
4. Desniveles Localizados			11. Parche de corte de Servicio			17. Fisuramiento de Resbalamiento			
5. Corrugación			12. Agregado Pulido			18. Hinchamiento			
6. Depresión			13. Baches			19. Desmoronamiento / Intemperismo			
7. Fisuramiento en borde									
NIVEL DE DETERIORO		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	DEDUCT VALUE (DV)
1L	0.35	0.08	3.25	10.8		14.48	5.08	27	
1H	0.3					0.3	0.11	11	
3M	24	6				30	10.53	17	
4M	4.5	0.9	3			8.4	2.95	21	
5M	3.6	15	16			34.6	12.14	41	
15L	0.75	0.6				1.35	0.47	5	
15M	0.8					0.8	0.28	9	
9M	2.8					2.8	0.98	3	
10M	4	3	5	2.2	1.8	16	5.61	12	
11M	8	12				20	7.02	26	
12	11					11	3.86	0.1	
13L	1					1	0.35	9	
18M	0.4	6.6				7	2.46	20	
19L	3.2	36				39.2	13.75	7	
19M	9.5					9.5	3.33	11	
								219.1	

$$HDV = 41$$

$$m = \text{Numero admisible de deducidos (mi)}$$

$$m = 1 + (9/98) * (100 - HDV)$$

$$m = 6.4183673$$

Nº	DEDUCT VALUES						TOTAL	q	CDV
1	41	27	26	21	20	17	152	6	73
2	41	27	26	21	20	2	137	5	70
3	41	27	26	21	2	2	119	4	68
4	41	27	26	2	2	2	100	3	63
5	41	27	2	2	2	2	76	2	56
6	41	2	2	2	2	2	51	1	51
MAXIMO CDV									73
PCI = 100 - MAXIMO CDV									27

RESUMEN DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

U. MUESTREO	ABS. INICIAL	ABS. FINAL	PCI	AREA
1	0 + 030	0 + 060	44	195
2	0 + 240	0 + 270	30	195
3	0 + 450	0 + 480	34	195
4	0 + 660	0 + 690	16	285
5	0 + 870	0 + 900	33	285
6	1 + 080	1 + 110	17	285
7	1 + 290	1 + 320	21	285
8	1 + 500	1 + 530	19	285
9	1 + 710	1 + 740	25	285
10	1 + 920	1 + 950	12	285
11	2 + 130	2 + 160	19	285
12	2 + 340	2 + 370	26	285
13	2 + 550	2 + 580	42	285
14	2 + 760	2 + 790	31	285
15	2 + 970	3 + 000	27	285

PROMEDIO PCI

26.4

MALO

FOTOS DE LAS FALLAS MAS REPRESENTATIVAS SENTIDO “LOS COLONOS - LA VIRGEN”



Piel de cocodrilo (1L)



Surco en huella (15M)



Desmoronamiento/ Intemperismo (19M)



Fisuramiento en Bloque (3L)



Piel de Cocodrilo (1M)



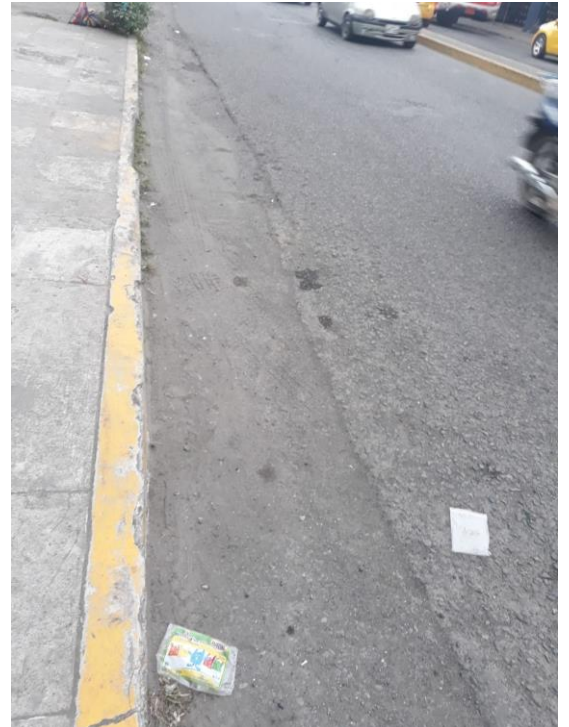
Desmoronamiento / Intemperismo (19M)



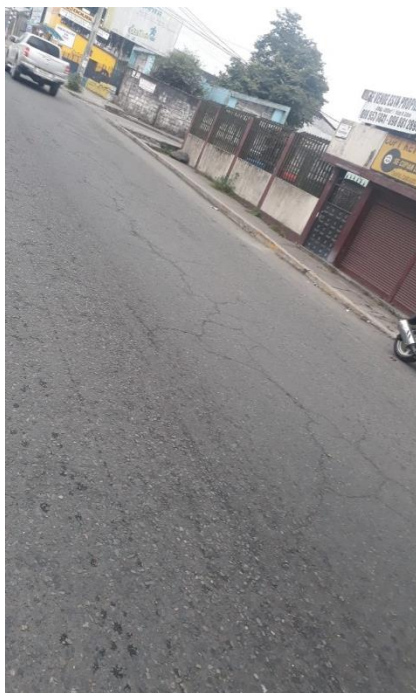
Fisura Longitudinal (10L)



Parche de Corte de Servicio (11H)



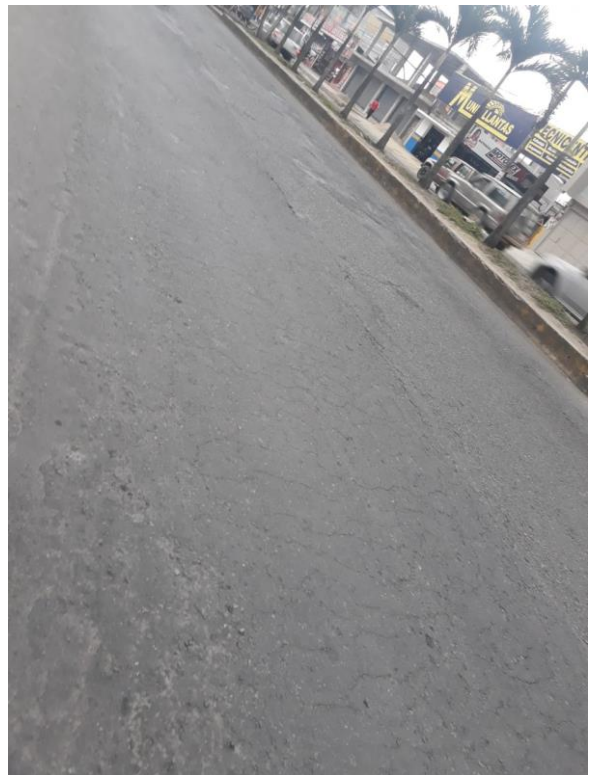
Fisuramiento de borde (7M)



Fisuramiento Longitudinal (10L)



Fisuramiento en Bloque (3L)



Piel de cocodrilo (1M y 1H)



Desmoronamiento/ Intemperismo (19L)



Bache (13M)



Fisuramiento en Bloque (3L)



Piel de Cocodrilo (1L)



Fisuramiento Longitudinal / Transversal (10M)



Agregado Pulido (12)



Fisuramiento en Bloque (3M)

FALLAS ANALIZADAS SENTIDO “AV. LOS COLONOS – LA VIRGEN”

PIEL DE COCODRILO

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
1L	1	2.00
1M	2	1.65
1M	3	1.17
1H	3	0.21
1M	4	14.83
1H	4	0.53
1M	5	6.17
1H	5	0.16
1L	6	1.40
1M	6	10.00
1L	7	7.06
1M	7	10.63
1M	8	24.85
1L	9	7.58
1M	9	13.02
1H	9	0.34
1M	10	2.25
1H	10	2.11
1M	11	4.25
1M	12	5.99
1L	13	11.23
1M	13	1.26
1L	14	5.05
1L	15	5.08
1H	15	0.11
PROMEDIO		5.56

FISURAMIENTO EN BLOQUE

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
3L	2	41.49
3L	4	21.05
3M	5	14.32
3M	6	12.28
3M	7	8.53
3L	8	13.33
3M	11	2.11
3H	11	6.14
3M	13	4.21
3M	14	8.42
3M	15	10.53
PROMEDIO		12.95

CORRUGACIONES Y DEPRESIONES

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
5M	2	4.92
5M	4	10.00
5M	6	6.74
5M	7	4.70
5L	8	17.82
5M	8	9.47
5L	9	5.68
5M	9	1.96
5L	10	8.42
5M	10	15.44
5L	11	5.47
5M	11	22.46
5L	12	3.58
5M	12	7.72
5L	13	14.50
5M	14	16.46
5M	15	12.14
6L	13	0.29
6M	14	0.37
PROMEDIO		8.85

PARCHE DE CORTE

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
11M	2	3.69
11H	2	1.28
11M	3	2.15
11M	4	7.02
11H	4	0.70
11M	5	1.17
11M	6	1.58
11H	6	2.81
11L	7	2.63
11M	7	7.58
11L	8	12.63
11M	8	8.42
11M	9	4.42
11M	10	15.30
11M	12	5.26
11M	14	6.21
11M	15	7.02
PROMEDIO		5.29

DESNIVELES LOCALIZADOS

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
4M	2	3.08
4M	3	3.59
4M	4	4.46
4L	6	0.88
4M	6	2.91
4M	7	2.63
4L	8	4.04
4M	8	1.93
4M	9	2.39
4M	10	3.65
4L	11	1.05
4M	11	1.12
4M	12	4.56
4L	13	4.56
4M	14	1.68
4M	15	2.95
PROMEDIO		2.84

FISURA DE BORDE, DESNIVEL DE CARRIL

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
7M	1	7.69
9M	3	2.56
9M	6	2.11
9M	8	1.23
9M	10	1.40
9M	12	2.04
9M	13	1.12
9M	14	0.60
9M	15	0.98
PROMEDIO		2.19

BACHES

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
13L	1	1.54
13M	4	0.35
13L	6	0.70
13M	6	0.70
13L	9	0.70
13M	9	0.35
13L	10	0.35
13M	10	0.70
13L	11	0.35
13M	11	1.05
13L	12	0.70
13L	13	0.70
13L	15	0.35
PROMEDIO		0.66

AGREGADO PULIDO

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
12	1	4.10
12	2	2.46
12	3	12.31
12	4	2.95
12	5	6.32
12	6	16.67
12	7	10.53
12	8	33.86
12	9	25.96
12	10	6.74
12	11	8.42
12	12	4.00
12	14	6.18
12	15	3.86
PROMEDIO		10.31

FISURAMIENTO LONGITUDINAL /

TRANSVERSAL

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
10M	1	5.64
10L	2	3.33
10L	3	2.82
10M	3	17.03
10M	4	4.32
10M	5	2.81
10L	7	0.98
10M	7	0.70
10M	9	8.07
10M	12	1.05
10M	13	2.63
10L	14	1.05
10M	14	2.46
10M	15	5.61
PROMEDIO		4.18

HINCHAMIENTO

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
18M	1	2.31
18M	4	1.23
18M	5	0.86
18M	6	0.74
18M	7	0.40
18L	8	2.63
18L	9	0.35
18M	9	0.14
18M	10	2.32
18M	11	3.20
18M	12	0.46
18M	13	0.32
18M	14	1.58
18M	15	2.46
PROMEDIO		1.36

DESMORONAMIENTO / INTEMPERISMO

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
19L	1	13.54
19M	1	11.74
19M	2	5.44
19H	2	0.90
19M	3	15.08
19H	3	1.23
19L	4	9.82
19M	4	20.28
19M	5	44.28
19M	6	7.16
19H	6	4.21
19M	7	12.63
19H	7	1.89
19L	8	18.95
19M	8	13.89
19L	9	18.46
19M	9	12.18
19M	10	20.28
19L	11	2.95
19M	11	12.63
19L	12	17.37
19M	12	5.61
19M	13	7.72
19M	14	14.91
19L	15	13.75
19M	15	3.33
PROMEDIO		11.93

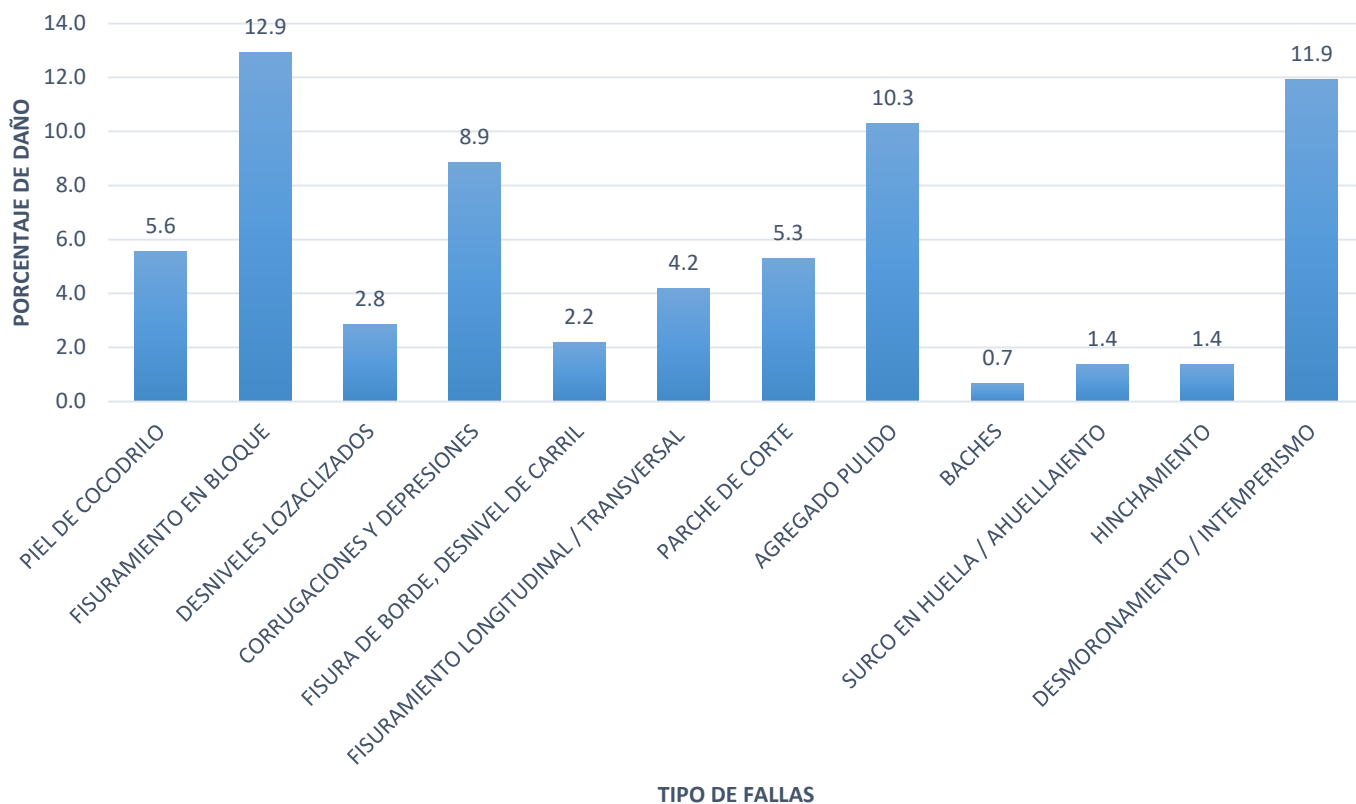
SURCO EN HUELLA / AHUELLAIENTO

FALLA	UNIDAD	% DENSIDAD
15L	2	2.00
15M	4	1.21
15L	5	2.53
15M	5	0.32
15M	6	1.40
15M	7	1.23
15L	8	2.63
15M	8	0.63
15L	10	2.81
15M	10	1.12
15L	11	2.46
15M	11	0.74
15L	13	0.53
15L	14	1.58
15L	15	0.47
15M	15	0.28
PROMEDIO		1.37

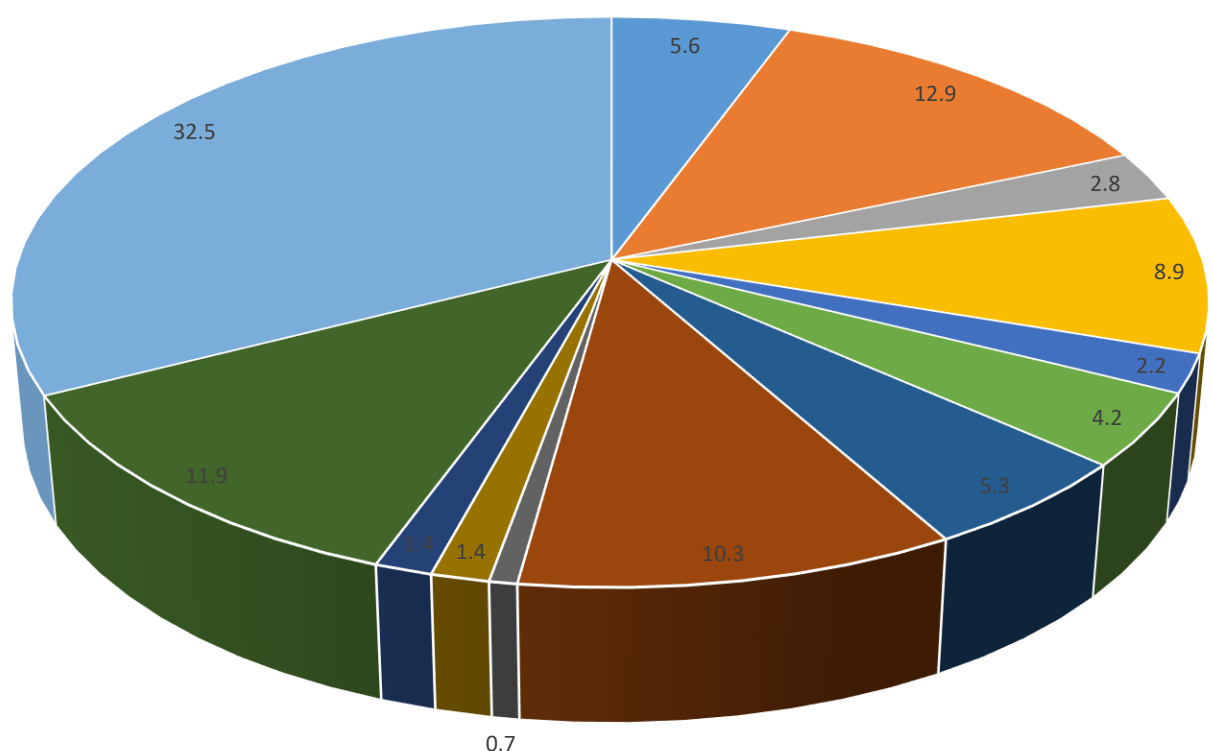
RESUMEN DE LAS FALLAS ANALIZADAS

TIPO	FALLA	%	TOTAL
1	PIEL DE COCODRILO	5.6	67.5
3	FISURAMIENTO EN BLOQUE	12.9	
4	DESNIVELES LOZACLIZADOS	2.8	
5, 6	CORRUGACIONES Y DEPRESIONES	8.9	
7, 9	FISURA DE BORDE, DESNIVEL DE CARRIL	2.2	
10	FISURAMIENTO LONGITUDINAL / TRANSVERSAL	4.2	
11	PARCHE DE CORTE	5.3	
12	AGREGADO PULIDO	10.3	
13	BACHES	0.7	
15	SURCO EN HUELLA / AHUELLAIENTO	1.4	
18	HINCHAMIENTO	1.4	
19	DESMORONAMIENTO / INTEMPERISMO	11.9	
BUEN ESTADO DE LA VIA		32.5 %	

FALLAS - AFECTACION "SENTIDO AV. LOS COLONOS - LA VIRGEN"



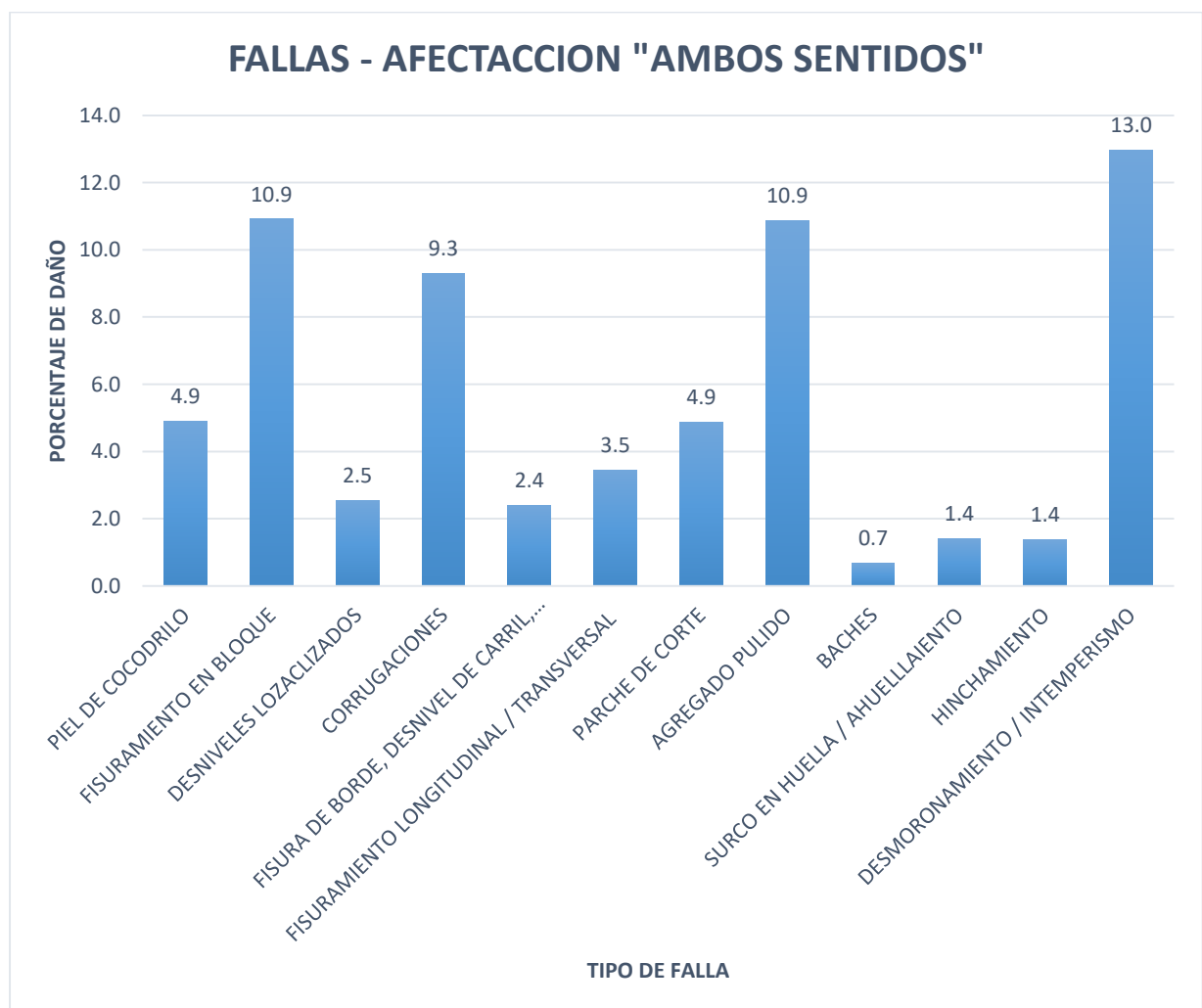
TOTAL DE FALLAS POR LAS UNIDADES DE MUESTREO "SENTIDO AV. LOS COLONOS - LA VIRGEN"



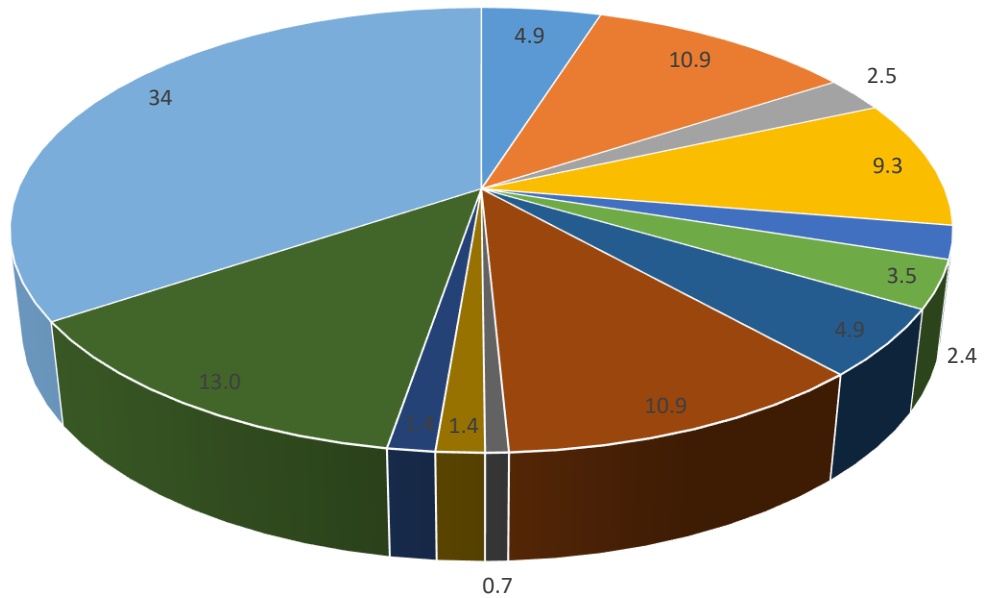
- PIEL DE COCODRILO
- DESNIVELES LOZACLIZADOS
- FISURA DE BORDE, DESNIVEL DE CARRIL
- PARCHE DE CORTE
- BACHES
- HINCHAMIENTO
- BUEN ESTADO DE LA VIA
- FISURAMIENTO EN BLOQUE
- CORRUGACIONES Y DEPRESIONES
- FISURAMIENTO LONGITUDINAL / TRANSVERSAL
- AGREGADO PULIDO
- SURCO EN HUELLA / AHUELLAMIENTO
- DESMORONAMIENTO / INTEMPERISMO

PROMEDIO DE FALLAS EN AMBOS SENTIDOS DE LA AV. QUEVEDO

TIPO	FALLA	%	TOTAL
1	PIEL DE COCODRILO	4.9	66
3	FISURAMIENTO EN BLOQUE	10.9	
4	DESNIVELES LOZACLIZADOS	2.5	
5, 6	CORRUGACIONES	9.3	
7, 9, 16	FISURA DE BORDE, DESNIVEL DE CARRIL, DESPLAZAMIENTO	2.4	
10	FISURAMIENTO LONGITUDINAL / TRANSVERSAL	3.5	
11	PARCHE DE CORTE	4.9	
12	AGREGADO PULIDO	10.9	
13	BACHES	0.7	
15	SURCO EN HUELLA / AHUELLAIENTO	1.4	
18	HINCHAMIENTO	1.4	
19	DESMORONAMIENTO / INTEMPERISMO	13.0	
BUEN ESTADO DE LA VIA		34 %	



TOTAL DE FALLAS POR LAS UNIDADES DE MUESTREO "AMBOS SENTIDOS"



- PIEL DE COCODRILO
- DESNIVELES LOZACLIZADOS
- FISURA DE BORDE, DESNIVEL DE CARRIL, DESPLAZAMIENTO
- PARCHE DE CORTE
- BACHES
- HINCHAMIENTO
- BUEN ESTADO DE LA VIA
- FISURAMIENTO EN BLOQUE
- CORRUGACIONES
- FISURAMIENTO LONGITUDINAL / TRANSVERSAL
- AGREGADO PULIDO
- SURCO EN HUELLA / AHUELLAMIENTO
- DESMORONAMIENTO / INTEMPERISMO

ANEXO Nº 5. MÉTODO DESTRUCTIVO - CALICATAS

CALICATAS

Calicata No.	Abscisa (*)	Lado	Sub-base clase 3 (cm)	carpeta asfáltica (pulg)
1	0 + 000	Derecho	80	3
2	0 + 000	Derecho	60	3
3	0 + 500	Derecho	60	3
4	0 + 500	Derecho	50	3
5	1 + 000	Derecho	50	3
6	1 + 000	Derecho	50	3
7	2 + 000	Derecho	50	3
8	2 + 000	Derecho	50	3
9	3 + 000	Izquierdo	50	3
10	3 + 000	Izquierdo	50	3

CBR

No.	ZONA	ABSCISA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	C.B.R.	PROMEDIO CBR
1	2	0 + 000	A1	0.90	7.01	6.36
2		0 + 000	A2	1.50	6.06	
3		0 + 500	B1	0,90	6.53	
4		0 + 500	B2	1.50	5.84	
5	4	1 + 000	C1	0.90	10.85	9.79
6		1 + 000	C2	1.50	8.72	
7	4	2 + 000	D1	0.90	10.05	9.29
8		2 + 000	D2	1.50	9.45	
9		3 + 000	E1	0.90	8.67	
10		3 + 000	E2	1.50	8.98	
PROMEDIO					8.22	8.48

ENSAYO DE CBR DE LA BASE

MATERIAL: BASE CLASE 1

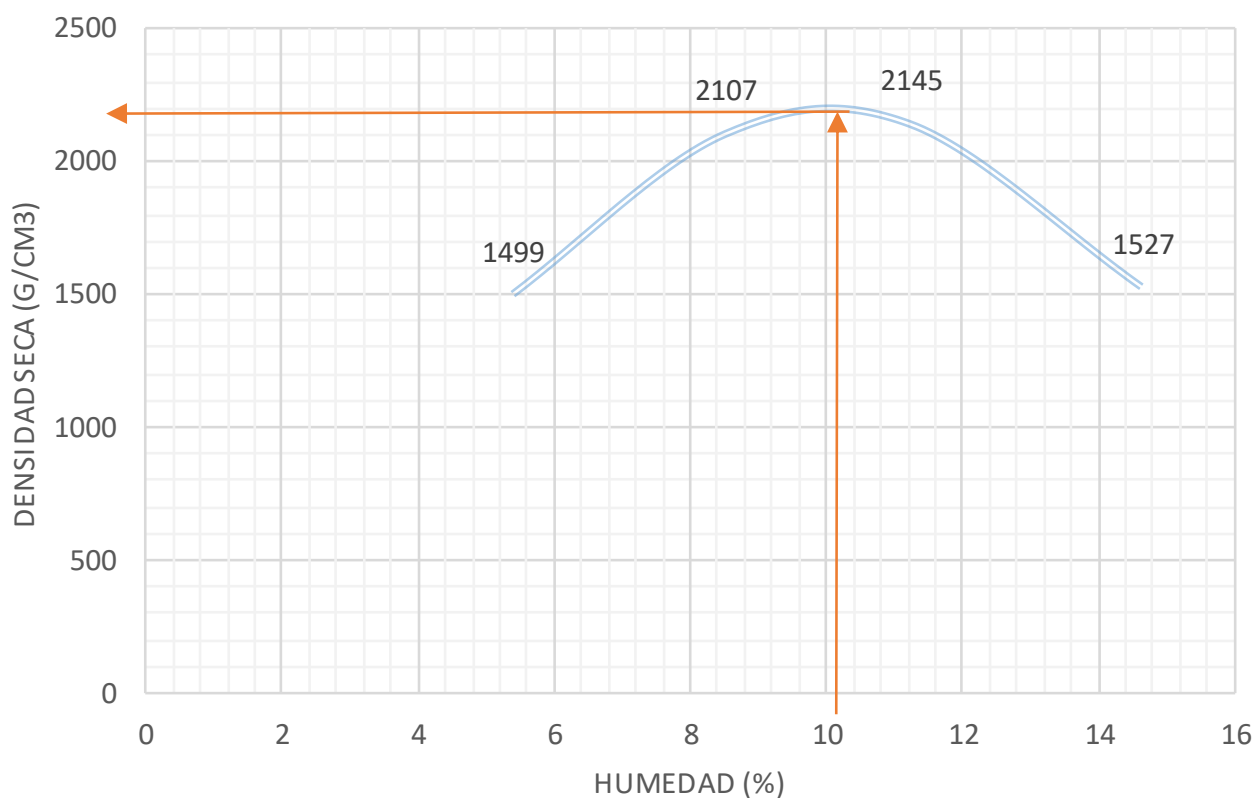
CONTENIDO DE HUMEDAD		
Masa del agua (g)	Masa de suelo secado al horno	Contenido de humedad
10.01	47.8	20.94
10.35	50.07	20.67
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)		20.81

LIMITE DE ATTERBERG		
LI	Lp	Lp
NP	NP	NP
Observaciones: el agregado contiene un gran contenido de arena, por eso no tiene plasticidad. (NP: No Plástico)		

VALORES TIPO PARA PIEDRA PARTIDA	
Penetración (plg)	Carga Unitaria (lbs/plg2)
0.1	1
0.2	1.5
0.3	1.9
0.4	2.3
0.5	2.6

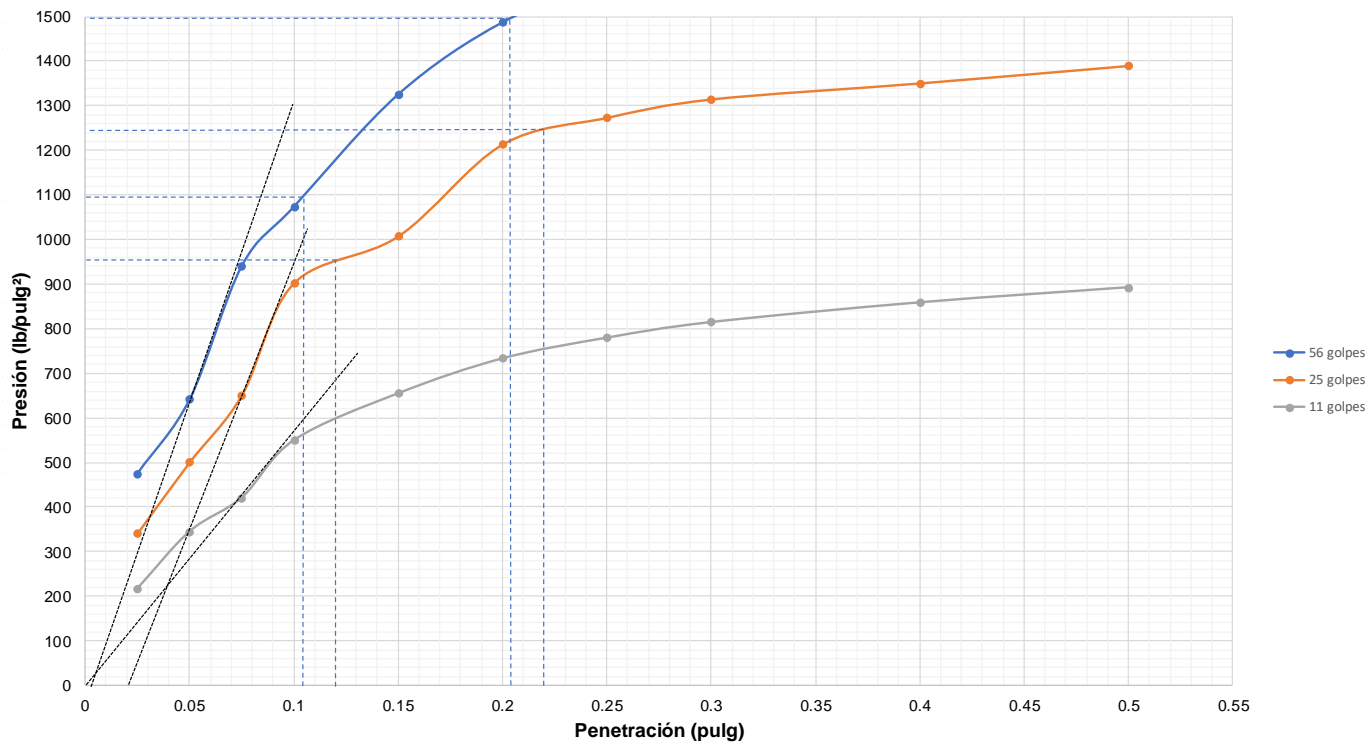
PROCTOR MODIFICADO BASE CLASE 1								
NUMERO DE CAPAS		Golpes por Capa		Peso del Martillo (lb)		Altura caída (")		Peso inicial (g)
5		56		10		18		6000
Relacion Densidad Seca - Humeda								
MUESTRA		5		6		7		8
agua aumentada	cc	180		360		540		720
	%	3		6		9		12
Peso suelo humedo + molde		9743		11211		11423		10098
Peso del molde		6457		6457		6457		6457
Peso suelo humedo		3286		4754		4966		3641
Volumen del molde		2080		2080		2080		2080
Densidad Humeda		1580		2286		2388		1751
TARRO N°		C - 1	D - 1	C - 2	D - 2	C - 3	D - 3	C - 4 D - 4
Tarro + Suelo Humedo		227.46	77.6	88.44	88.36	45.21	45.99	84.33 91.92
Tarro + Suelo Seco		223.58	74.78	83.82	83.36	41.78	42.64	77.57 84.13
Peso de agua		3.88	2.82	4.62	5	3.43	3.35	6.78 7.79
Peso del tarro		150.8	22.84	28.34	25.76	12.06	12.06	31.67 30.3
Peso del Suelo seco		72.78	51.94	55.48	57.6	29.72	30.58	45.89 53.82
Contenido de agua (%)		5.33	5.43	8.33	8.68	11.52	10.93	14.78 14.48
Contenido de agua promedio (%)		5.38		8.505		11.23		14.63
Densidad seca (g/cm3)		1499		2107		2145		1527

Densidad Seca - Humedad %

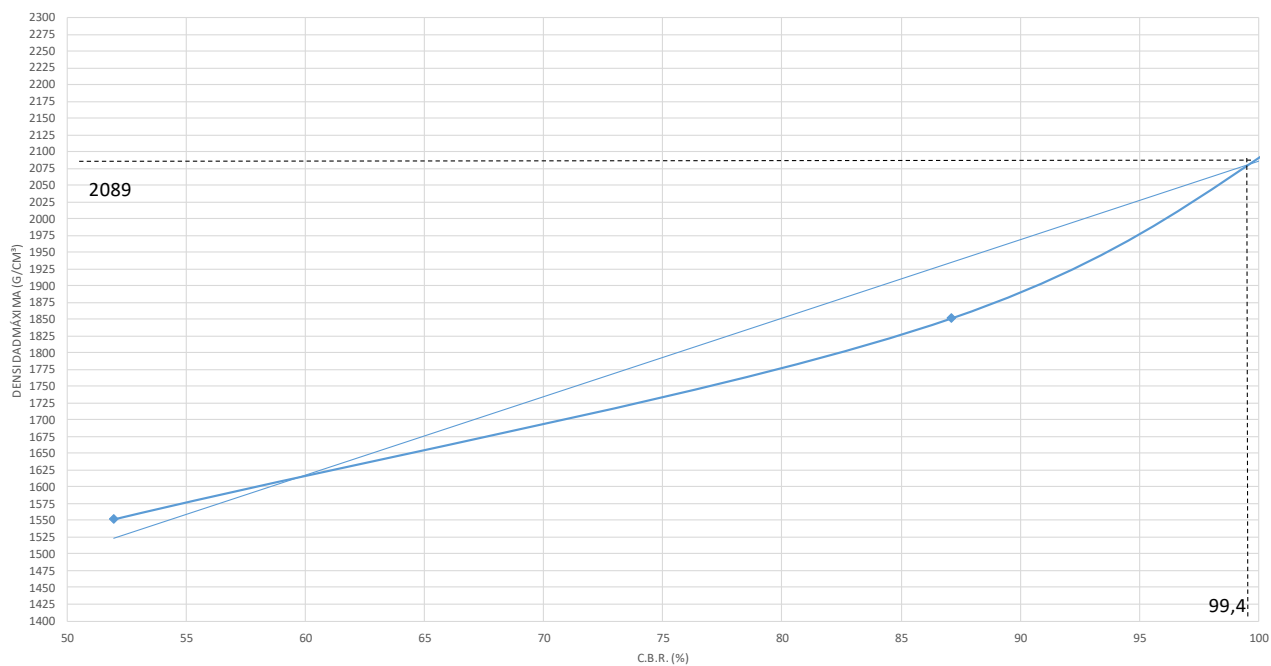


HUMEDAD OPTIMA DE BASE CLASE 1	
Densidad Máxima (kg/cm3)	2190
Humedad Óptima (%)	10.02

CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) BASE CLASE 1 TIPO A												
Molde	Molde No. SD-01				Molde No. SD-02				Molde No. SD-03			
No. De Capas	5				5				5			
No. De golpes por capa	56				25				11			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	Antes Saturada		Después Saturada		Antes Saturada		Después Saturada		Antes Saturada		Después Saturada	
Peso muestra húmeda + molde	12657		13360		11656		12467		10897		11694	
Peso del molde	7302		7302		6987		6987		7036		7036	
Peso muestra húmeda	5355		6058		4669		5480		3861		4658	
Volumen del molde	2209		2209		2286		2286		2258		2258	
Densidad húmeda	2.424		2.742		2.042		2.397		1.71		2.063	
Densidad seca	2198		2209		1852		1854		1552		1574	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente No.	AB-29	BC-20	AB-7	B-6	AB-11	DM-7	AB-29	B-11	AB-10	BB-6	AB-20	AA
Peso muestra húmeda + recipiente	86.72	95.38	95	93.52	96.7	97.47	99.43	96.89	99.48	95.31	105.24	106.58
Peso muestra seca + recipiente	80.44	88	81.01	78.42	89.35	90.34	81.43	78.57	92.29	88	84.59	85.83
Peso Agua	6.28	7.38	13.99	15.1	7.35	7.13	18	18.32	7.19	7.31	20.65	20.75
Peso Recipiente	19.1	16.7	21.8	17.2	16.79	21.8	19.1	16.79	20.5	17.2	16.7	20.5
Peso muestra seca + recipiente	61.34	71.3	59.21	61.22	72.56	68.54	62.33	61.78	71.79	70.8	67.89	65.33
Contenido de humedad (%)	10.24	10.35	23.63	24.67	10.13	10.4	28.88	29.65	10.02	10.32	30.42	31.76
Contenido promedio de humedad	10.30		24.15		10.265		29.27		10.17		31.09	
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA												
Molde No.					SD-01		SD-02		SD-03			
Peso muestra húmeda + Molde después de saturación					13360		12467		11694			
Peso muestra húmeda + Molde antes de saturación					12657		11656		10897			
Peso agua absorbida					703		811		797			
Porcentaje de agua absorbida					13.13		17.37		20.64			
DATOS DE ESPONJAMIENTO												
Fecha	Tiempo en días	Molde No. SD-01			Molde No. SD-02			Molde No. SD-03				
		Lectura indicador	Pulg.	%	Lectura indicador	Pulg.	%	Lectura indicador	Pulg.	%		
15/10/2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16/10/2018	1	1	0.001	0.021993	1	0.001	0.021993	2	0.002	0.043985		
17/10/2018	2	2	0.002	0.043985	1	0.001	0.021993	4	0.004	0.08797		
18/10/2018	3	2	0.002	0.043985	3	0.003	0.065978	4	0.004	0.08797		
19/10/2018	4	2	0.002	0.043985	3	0.003	0.065978	4	0.004	0.08797		
20/10/2018	5	2	0.002	0.043985	3	0.003	0.065978	4	0.004	0.08797		
DATOS DE PENETRACIÓN												
Penetración en pulgadas	Cargas tipo lb/pulg²	Molde No. SD-01			Molde No. SD-02			Molde No. SD-03				
		Carga de ensayo		C.B.R.	Carga de ensayo		C.B.R.	Carga de ensayo		C.B.R.		
		Dial	lb/pulg²	%	Dial	lb/pulg²	%	Dial	lb/pulg²	%		
0.025	1000	461	474.83	110.43	331	340.93	93.23	211	217.33	58		
0.050		623	641.69		486	500.58		335	345.05			
0.075		914	941.42		632	650.96		409	421.27			
0.100		1043	1074.29		876	902.28		534	550.02			
0.150	1500	1288	1326.64	101.22	978	1007.34	82.89	636	655.08	50.89		
0.200		1445	1488.35		1178	1213.34		712	733.36			
0.250		1532	1577.96		1236	1273.08		757	779.71			
0.300		1578	1625.34		1276	1314.28		791	814.73			
0.400	2300	1622	1670.66	1349	1311	1350.33	1389.47	834	859.02			
0.500	2600	1642	1691.26					867	893.01			



DATOS DE PENETRACIÓN (CORRECCIÓN)										
Penetración en pulgadas	Cargas tipo lb/pulg²	Molde No. SD-01			Molde No. SD-02			Molde No. SD-03		
		Carga de ensayo		C.B.R.	Carga de ensayo		C.B.R.	Carga de ensayo		C.B.R.
		lb/pulg²	lb/pulg² (corr)	%	lb/pulg²	lb/pulg² (corr)	%	lb/pulg²	lb/pulg² (corr)	%
0.1	1000	1074.29	1098	109.8	902.28	928	92.8	550.02	550.02	55
0.2	1500	1488.35	1498	99.87	1213.34	1222	81.47	733.36	733.36	48.89



Valor C.B.R.		
Humedad óptima	10.02	%
Densidad máxima	2199	g/cm ³
Densidad máxima (95%)	2089.05	g/cm ³
Valor C.B.R.	99.4	%

CBR - BASE

No.	ZONA	ABSCISA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD	HUMEDAD	C.B.R.
					SECA MÁX. (gr/cm3)	ÓPTIMA (%)	
1	4	1 + 000	Promedio	0.20	2199	10.02	99.4 %

ENSAYO DE CBR DE LA SUB BASE

MATERIAL: SUB BASE CLASE 3

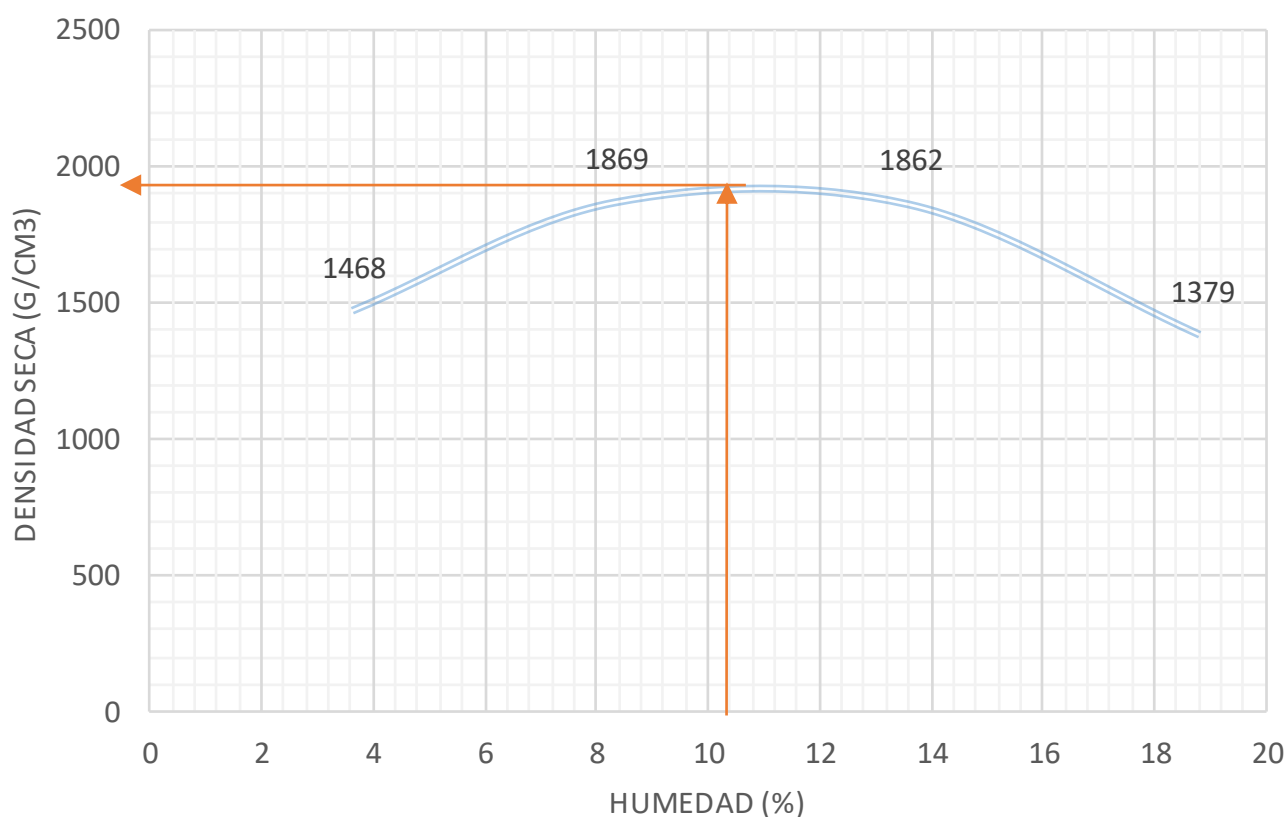
CONTENIDO DE HUMEDAD		
Masa del agua (g)	Masa de suelo secado al horno	Contenido de humedad
8.36	69.39	12.05
7.51	54.46	13.79
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)		12.92

LIMITE DE ATTERBERG		
LI	Lp	Lp
NP	NP	NP
Observaciones: el agregado contiene un gran contenido de arena, por eso no tiene plasticidad. (NP: No Plástico)		

VALORES TIPO PARA PIEDRA PARTIDA	
Penetración (plg)	Carga Unitaria (lbs/plg2)
0.1	1
0.2	1.5
0.3	1.9
0.4	2.3
0.5	2.6

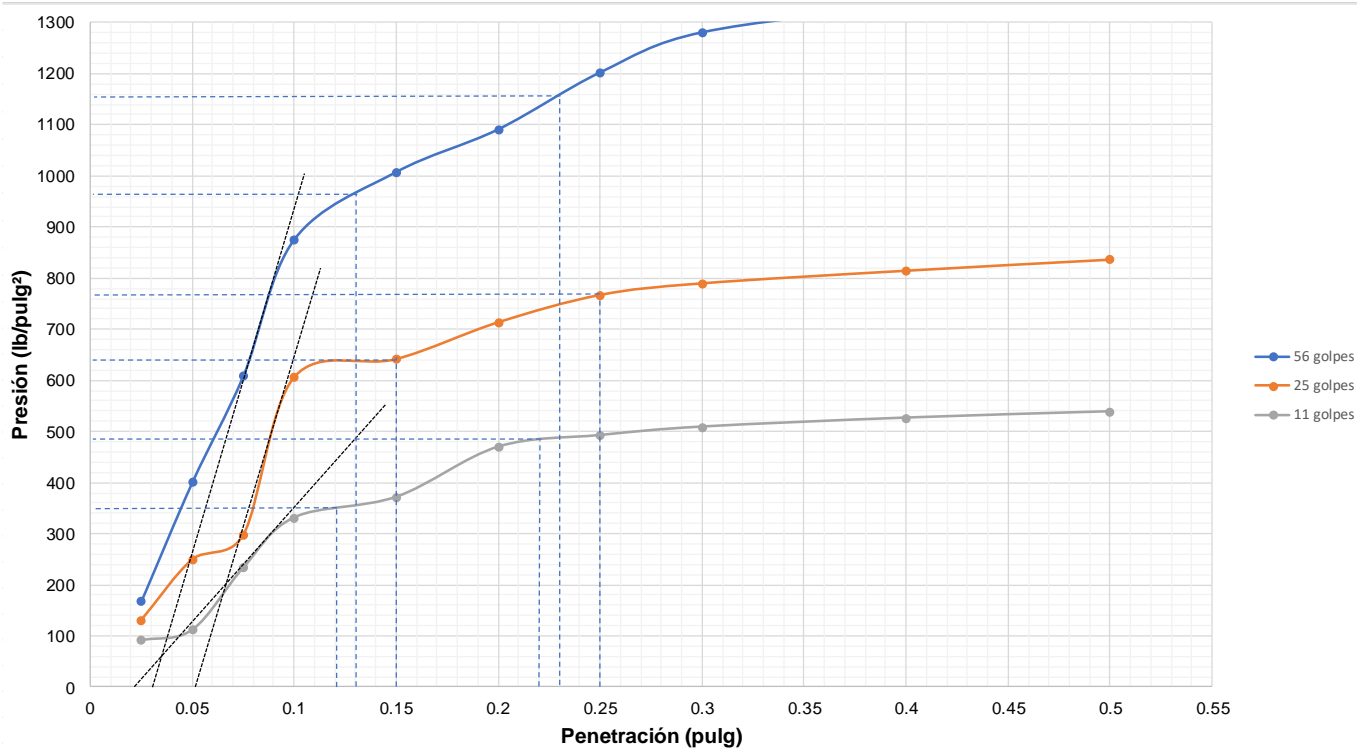
PROCTOR MODIFICADO SUB BASE CLASE 3									
Numero de Capas		Golpes por Capa		Peso del Martillo (lb)		Altura caída (")		Peso inicial (g)	
5		56		10		18		6000	
Relacion Densidad Seca - Humeda									
muestra		1		2		3		4	
agua aumentada	cc	0		300		600		900	
	%	0		5		10		15	
Peso suelo humedo + molde		9078		10673		10882		9780	
Peso del molde		5990		5990		5990		5990	
Peso suelo humedo		3088		4683		4892		3790	
Volumen del molde		2030		2312		2312		2312	
Densidad Humeda		1521		2025		2116		1639	
Tarro N°		A - 1	B - 1	A - 2	B - 2	A - 3	B - 3	A - 4	B - 4
Tarro + Suelo Humedo		220.8	166.6	259.3	155.5	118.2	166.4	233.3	190.9
Tarro + Suelo Seco		217.89	161.32	249.94	147	169.08	148.76	211.12	173.76
Peso de agua		2.91	5.28	9.36	8.5	19.12	17.64	22.18	17.14
Peso del tarro		132.5	25	138.5	44.4	27.8	19.92	92.1	83.6
Peso del Suelo seco		85.39	136.32	111.44	102.6	141.28	128.84	119.02	90.16
Contenido de agua (%)		3.41	3.87	8.4	8.28	13.53	13.69	18.64	19.01
Contenido de agua promedio (%)		3.64		8.34		13.61		18.83	
Densidad seca (g/cm3)		1468		1869		1862		1379	

Densidad Seca - Humedad %

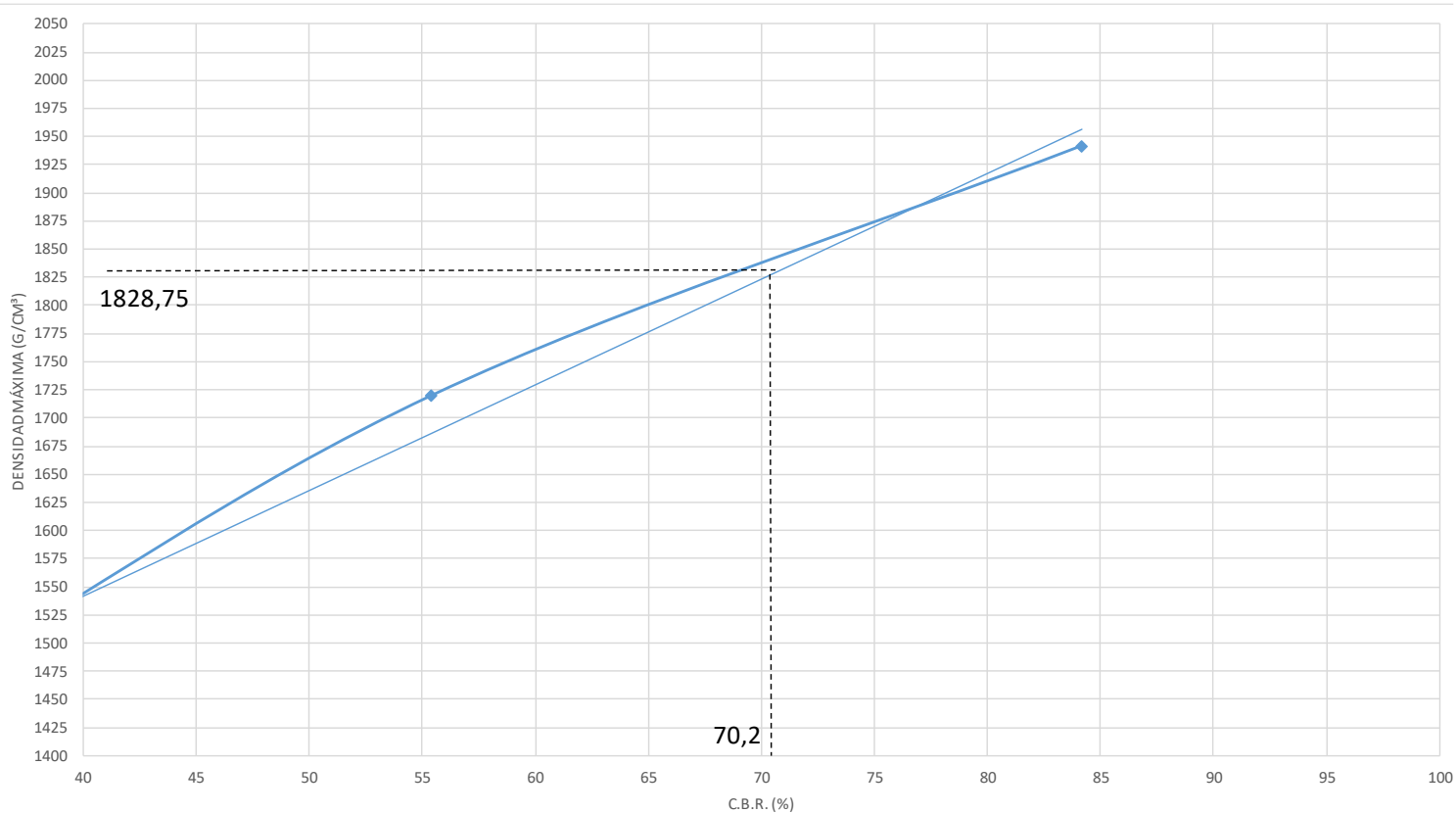


HUMEDAD OPTIMA DE SUB BASE CLASE 3	
Densidad Máxima (kg/cm3)	1925
	11.00

CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) SUBBASE CLASE 3												
Molde	Molde No. SD-04				Molde No. SD-05				Molde No. SD-06			
No. De Capas	5				5				5			
No. De golpes por capa	56				25				11			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	Antes Saturada		Después Saturada		Antes Saturada		Después Saturada		Antes Saturada		Después Saturada	
Peso muestra húmeda + molde	11898		12443		11233		11874		10688		11399	
Peso del molde	6998		6998		7015		7015		7022		7022	
Peso muestra húmeda	4900		5445		4218		4859		3666		4377	
Volumen del molde	2286		2286		2215		2215		2286		2286	
Densidad húmeda	2.143		2.382		1.904		2.194		1.604		1.915	
Densidad seca	1942		1950		1728		1756		1454		1493	
CONTENIDO DE HUMEDAD	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente No.	ML-21	AB-15	45	ML-13	C-15	45	M-2	AB-15	ML-13	M-2	C-15	ML-21
Peso muestra húmeda + recipiente	65.98	73.91	90.87	94.57	71.66	67.1	76.91	69.61	82.64	65.62	67.01	70.3
Peso muestra seca + recipiente	61.24	68.76	77.89	81.25	66.69	62.76	64.11	59.53	76.91	60.58	56.22	58.15
Peso Agua	4.74	5.15	12.98	13.32	4.97	4.34	12.8	10.08	5.73	5.04	10.79	12.15
Peso Recipiente	14.9	19.75	19.8	20.6	18.15	19.8	12	19.75	20.6	12	18.15	14.9
Peso muestra seca + recipiente	46.34	49.01	58.09	60.65	48.54	42.96	52.11	39.78	56.31	48.58	38.07	43.25
Contenido de humedad (%)	10.23	10.54	22.34	21.96	10.24	10.1	24.56	25.34	10.18	10.37	28.34	28.09
Contenido promedio de humedad	10.39		22.15		10.17		24.95		10.28		28.22	
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA												
Molde No.	Molde No. SD-04				Molde No. SD-05				Molde No. SD-06			
Peso muestra húmeda + Molde después de saturación	12443				11874				11399			
Peso muestra húmeda + Molde antes de saturación	11898				11233				10688			
Peso agua absorbida	545				641				711			
Porcentaje de agua absorbida	11.12				15.2				19.39			
DATOS DE ESPONJAMIENTO												
Fecha	Tiempo en días	Molde No. SD-04			Molde No. SD-05			Molde No. SD-06				
		Lectura indicador	Pulg.	%	Lectura indicador	Pulg.	%	Lectura indicador	Pulg.	%		
15/10/2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16/10/2018	1	2	0.002	0.043985	3	0.003	0.06598	4	0.004	0.08797		
17/10/2018	2	2	0.002	0.043985	5	0.005	0.10996	4	0.004	0.08797		
18/10/2018	3	2	0.002	0.043985	5	0.005	0.10996	6	0.006	0.13196		
19/10/2018	4	2	0.002	0.043985	5	0.005	0.10996	6	0.006	0.13196		
20/10/2018	5	2	0.002	0.043985	5	0.005	0.10996	6	0.006	0.13196		
DATOS DE PENETRACIÓN												
Penetración en pulgadas	Cargas tipo lb/pulg²	Molde No. SD-04			Molde No. SD-05			Molde No. SD-06				
		Carga de ensayo		C.B.R.	Carga de ensayo		C.B.R.	Carga de ensayo		C.B.R.		
		Dial	lb/pulg²	%	Dial	lb/pulg²	%	Dial	lb/pulg²	%		
0.025	1000	163	167.89	90.55	127	130.81	63.67	89	91.67	36.17		
0.050		389	400.67		242	249.26		109	112.27			
0.075		591	608.73		289	297.67		227	233.81			
0.100		850	875.5		589	606.67		322	331.66			
0.150	1500	978	1007.34	74.72	623	641.69	49.59	361	371.83	33.31		
0.200		1059	1090.77		693	713.79		456	469.68			
0.250		1167	1202.01		745	767.35		478	492.34			
0.300	1900	1243	1280.29		767	790.01		494	508.82			
0.400	2300	1289	1327.67		791	814.73		511	526.33			
0.500	2600	1297	1335.91		812	836.36		523	538.69			



DATOS DE PENETRACIÓN (CORRECCIÓN)										
Penetración en pulgadas	Cargas tipo lb/pulg²	Molde No. SD-04			Molde No. SD-05			Molde No. SD-06		
		Carga de ensayo		C.B.R.	Carga de ensayo		C.B.R.	Carga de ensayo		C.B.R.
		lb/pulg²	lb/pulg² (corr)	%	lb/pulg²	lb/pulg² (corr)	%	lb/pulg²	lb/pulg² (corr)	%
0.1	1000	875.5	932	93.2	589	620	62	322	325	32.5
0.2	1500	1090.77	1128	75.20	693	732	48.80	456	492	32.80



Valor C.B.R.		
Humedad óptima	11.00	%
Densidad máxima	1925	g/cm³
Densidad máxima (95%)	1828.75	g/cm³
Valor C.B.R.	70.2	%

CBR – SUB BASE

No.	ZONA	ABSCISA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD	HUMEDAD	C.B.R.
					SECA MÁX. (gr/cm3)	ÓPTIMA (%)	
1	4	1 + 000	Promedio	0.45	1925	11.00	70.2 %

FOTOS DE EXCAVACIÓN PARA TOMA DE CALICATAS DE LA AVENIDA QUEVEDO







ANEXO Nº 6. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES

SECCION 403 SUB - BASES

403-1. Sub-base de Agregados

403-1.01. Descripción. - Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

403.1.02. Materiales. - Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz Nº 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 403-1.1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

Clase 2: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 403-1.1.

Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1. Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

Tabla. 403-1.1 Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Subbase

TAMIZ		SUBBASE CLASE 1		SUBBASE CLASE 2		SUBBASE CLASE 3	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
3"	76.2 mm						100
2"	50.4 mm	-	-		100		-
1 ½"	38,1 mm		100	70	100		-
Nº 4	4.75 mm	30	70	30	70	30	70
Nº 40	0.425 mm	10	35	15	40		-
Nº 200	0.075 mm	0	15	0	20	0	20

403-1.04. Ensayos y Tolerancias. - La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos determinados en la subsección 816-2 los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la subsección 816-2 o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub-base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T - 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Optima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

La superficie de la sub-base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

SECCION 404 - BASES

404-1. Base de Agregados.

404-1.01. Descripción. - Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con

los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

404-1.02. Materiales. - La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. A continuación, se incluye un cuadro de recomendaciones para el uso de los diferentes materiales.

Tabla. 404-1.1 Recomendaciones para uso de material de base

MATERIAL ESPECIFICADO	TIPO DE CARRETERA	No. CARRILES	TPDA
BASE CLASE 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico.	8 a 12	> 50.000
BASE CLASE 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65m. Se incluye franja central desde 2 a 4m.	2 a 6	8.000 – 50.000
BASE CLASE 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico	2 a 4	1.000 – 8.000
BASE CLASE 4	Caminos vecinales	2	<1.000

En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Base Clase 1: Son Bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en el número 814-2 y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los tipos A y B.

Tabla. 404-1.2 Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Base Clase 1

TAMIZ		BASE CLASE 1 TIPO A		BASE CLASE 1 TIPO B	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
2"	50 mm		100		100
1 ½"	37.5 mm	70	100	70	100
1"	25 mm	55	85	60	90
¾"	19 mm	50	80	45	75
3/8"	9.5 mm	35	60	30	60
N° 4	4.75 mm	25	50	20	50
N° 10	2 mm	20	40	10	25
N° 40	0.425 mm	10	25	2	12
N° 200	0.075 mm	2	12		

404-1.04. Ensayos y Tolerancias. -

La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en

planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra.

Deberán cumplirse y comprobarse todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 814, o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Óptima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los espesores deberán tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5 centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico y el espesor faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal.

En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

405-1. Riego de Imprimación.

405-1.01. Descripción. - Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificador sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

405-1.02. Materiales. - El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de estas especificaciones. Las emulsiones asfálticas serán de rotura lenta y cumplirán con lo especificado en la subsección 810-4.

Durante las aplicaciones puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, para dar mayor eficiencia al riego de imprimación. En este caso, el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el Contrato. Sin embargo, no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

De ser necesaria la aplicación de la capa de secado, ésta será constituida por arena natural o procedente de trituración, exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas y que cumpla cualquiera de las granulometrías para capa de sello indicadas en la subsección 405-6 de estas especificaciones. La arena deberá hallarse preferentemente seca, aunque podrá tolerarse una ligera humedad, siempre que sea menor al dos por ciento de su peso seco.

405-1.03. Equipo. - El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación. El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización. El tanque del distribuidor dispondrá de sistema de calentamiento

regulado con recirculación para mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

405-1.04. Procedimientos de trabajo. - El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

405-1.04.1. Distribución del material bituminoso. -

El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada. Será necesario tomar las precauciones necesarias en los riegos, a fin de empalmar o superponer ligeramente las uniones de las fajas, usando en caso de necesidad el rociador manual para retocar los lugares que necesiten.

Para evitar superposición en los empalmes longitudinales, se colocará un papel grueso al final de cada aplicación, y las boquillas del distribuidor deberán cerrarse instantáneamente al terminar el riego sobre el papel. De igual manera, para comenzar el nuevo riego se colocará el papel grueso al final de la aplicación anterior, para abrir las boquillas sobre él y evitar el exceso de asfalto en los empalmes. Los papeles utilizados deberán ser desechados.

El Contratista deberá cuidar que no se manche con la distribución asfáltica las obras de arte, bordillos, aceras o árboles adyacentes, todo lo cual deberá ser protegido en los casos necesarios antes de proceder al riego. En ningún caso deberá descargarse el material bituminoso sobrante en canales, ríos o acequias.

La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimirse y al tipo de asfalto empleado. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificador SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 l/m² (De acuerdo al Manual Instituto del Asfalto), los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el grado del asfalto, de acuerdo con lo especificado en la Sección 810.

Cuando la cantidad de aplicación y el tipo de material lo justifiquen, distribución deberá dividirse en dos aplicaciones para evitar la inundación de la superficie.

405-1.04.2. Aplicación de la arena. -

La colocación de una capa de arena sobre el riego de imprimación no es necesaria en todos los casos; es preferible que la cantidad de asfalto establecida para la imprimación, sea absorbida totalmente en la superficie. Sin embargo, hay ocasiones en que el asfalto no ha sido absorbido completamente en 24 horas, en cuyo caso se deberá distribuir sobre la superficie una delgada capa de arena para proteger la penetración, sobre todo

si hay necesidad de permitir el tránsito o impedir posibles daños por lluvias, y para absorber el exceso de asfalto.

La arena deberá distribuirse uniformemente en la superficie por cubrir, de acuerdo con lo dispuesto por el Fiscalizador. No se permitirá la formación de corrugaciones en el material de secado ni se deberán dejar montones de arena sobre la capa; el Contratista estará obligado a mantener la superficie cubierta en condición satisfactoria hasta que concluya la penetración y secado, luego de lo cual deberá remover y retirar la arena sobrante.

405-1.04.3. Circulación de vehículos. - No deberá permitirse el tránsito sobre una capa de imprimación mientras no se haya completado la penetración del asfalto distribuido en la superficie. Sin embargo, en casos en que sea absolutamente necesario permitir la circulación de vehículos, se deberá esperar al menos cuatro horas desde el regado del asfalto para cubrirlo con la capa de arena y autorizar luego el tránsito con una velocidad máxima de 20 Km/h. a fin de evitar que el asfalto se adhiera a las llantas y se pierda la imprimación.

De todas maneras, todas las zonas deterioradas por falta o exceso de asfalto deberán corregirse oportunamente, con tiempo suficiente, antes de proceder a construir las capas superiores de pavimento. El Fiscalizador deberá determinar en cada caso el tiempo mínimo en que la superficie se mantendrá imprimada antes de cubrirla con la capa siguiente.

405-1.05. Medición. - Para efectuar el pago por el riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador. La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 °C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810-5.

La cantidad de arena empleada será medida en metros cúbicos.

405-1.06. Pago. - Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados. Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimarse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

405-1 (1) Asfalto MC para imprimación.....Litro (l)

405-5. Carpeta Asfáltica Mezclada en Planta en caliente e=7.62 cm.

Descripción. - Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

Material El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 – 100. Para vías o carriles especiales donde se espere el paso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Las mezclas asfálticas a emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en peso del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2. Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en las tablas 405-5.1. En el contrato se determinará el tipo y graduación de los agregados, de acuerdo con las condiciones de empleo y utilización que se previene para la carpeta asfáltica.

Tabla 405-5.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80	--	90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Equipo. -

Plantas mezcladoras. - Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico utilizadas por el Contratista, podrán ser continuas o por paradas, y deberán cumplir los requisitos que se establezcan más adelante para cada una de ellas específicamente, además de lo cual todas deberán satisfacer las exigencias siguientes:

Equipo para manejo del asfalto: Los tanques para almacenamiento del asfalto deberán estar equipados con serpentines de circulación de vapor o aceite que permitan un calentamiento seguro, sin que existan probabilidades de producirse incendios u otros accidentes; y con dispositivos que posibiliten un control efectivo de temperaturas en

cualquier momento. Los tanques para almacenamiento deberán tener capacidad suficiente de reserva para al menos un día de trabajo sin interrupciones; el sistema de circulación a las balanzas de dosificación, mezcladora, etc., deberá tener capacidad suficiente para un caudal uniforme, y deberá estar provisto de camisas de aislamiento térmico y conservación de la temperatura. Deberá proveerse de dispositivos confiables para medición y muestreo del asfalto de los tanques.

Secador: La planta deberá estar equipada con un horno secador rotativo para agregados, con suficiente capacidad para proveer los agregados secos y a la temperatura necesaria, a fin de mantener a la mezcladora trabajando continuamente y a su máximo rendimiento. Dispondrá de dispositivos para medición de la temperatura de los agregados al salir del horno, que trabajen con un máximo de error de 5 C. El horno secador estará diseñado con una longitud y un número de revoluciones tales que permitan recibir los agregados y movilizarlos hacia la salida en una forma regular y continua, a fin de entregarlos al alimentador de las cribas totalmente secas y en la temperatura necesaria, mediante un flujo permanente, adecuado y sin interrupciones. De todas maneras, el Fiscalizador deberá obtener las muestras necesarias en forma periódica de los agregados transportados a la planta, para comprobar la calidad del secamiento en el núcleo de los mismos.

Cribas y tolvas de recepción: La planta dispondrá de las cribas suficientes para tamizar el agregado proveniente del secador y separarlo en las graduaciones requeridas para alojarlas en las diferentes tolvas individuales de recepción. Los tamices a utilizarse para la separación de las diferentes graduaciones, no permitirán que cualquier tolva reciba más de un 10% de material de tamaño mayor o menor que el especificado. Las tolvas para almacenamiento del agregado caliente deberán tener tamaño suficiente, para conservar una cantidad de agregados que permita la alimentación de la mezcladora trabajando a su máximo rendimiento. Existirán al menos tres tolvas para las diferentes graduaciones, y una adicional para el relleno mineral que se utilizará cuando sea necesario. Cada tolva individual estará provista de un desbordamiento que impida la entrada del exceso de material de uno a otro compartimiento, y que descargue este exceso hasta el piso por medio de una tubería, para evitar accidentes. Las tolvas estarán provistas de dispositivos para control de la cantidad de agregados y extracción de muestras en cualquier momento.

Dispositivos para dosificación del asfalto: La planta estará provista de balanzas de pesaje o de dispositivos de medición y calibración del asfalto, para asegurar que la dosificación de la mezcla se halle dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula maestra de obra. El asfalto medido, ya sea por peso o por volumen, deberá ser descargado a la mezcladora, mediante una abertura o una barra esparcidora cuya longitud será al menos igual a las tres cuartas partes de la longitud de la mezcladora, a fin de lograr una distribución uniforme e inmediata al mezclado en seco. Los dispositivos para la dosificación estarán provistos de medios exactos de medición y control de temperaturas y pesos o volúmenes. La temperatura será medida en la cañería que conduce el asfalto a las válvulas de descarga a la entrada de la mezcladora.

Colector de polvo: La planta estará equipada con un colector de polvo de tipo ciclón que recolecte el polvo producido en el proceso de alimentación y mezclado. Este colector

estará diseñado en forma de poder devolver, en caso necesario, el polvo recolectado o parte de él a la mezcladora, o de conducirlo al exterior a un lugar protegido para no causar contaminación ambiental.

Medidas de seguridad: Las plantas deberán disponer de escaleras metálicas seguras para el acceso a las plataformas superiores, dispuestas de tal manera de tener acceso a todos los sitios de control de las operaciones. Todas las piezas móviles como poleas, engranajes, cadenas, correas, etc., deberán hallarse debidamente protegidas para evitar cualquier posibilidad de accidentes con el personal. El espacio de acceso bajo la mezcladora para los camiones, deberá ser amplio, para maniobrar con facilidad a la entrada y a la salida. El contratista proveerá además de una plataforma de altura suficiente, para que el Fiscalizador pueda acceder con facilidad a tomar las muestras necesarias en los camiones de transporte de la mezcla.

Equipo de transporte. - Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

Equipo de distribución de la mezcla. - La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuado mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados. Las terminadoras estarán provistas de una tolva delantera de suficiente capacidad para recibir la mezcla del camión de volteo; trasladará la mezcla al cajón posterior, que contendrá un tornillo sinfín para repartirla uniformemente en todo el ancho, que deberá ser regulable. Dispondrá también de una plancha enrasadora vibrante para igualar y apisonar la mezcla; esta plancha podrá ser fijada en diferentes alturas y pendientes para lograr la sección transversal especificada. La descarga de la mezcla en la tolva de la terminadora deberá efectuarse cuidadosamente, en tal forma de impedir que los camiones golpeen la máquina y causen movimientos bruscos que puedan afectar a la calidad de la superficie terminada. Para completar la distribución en secciones irregulares, así como para corregir algún pequeño defecto de la superficie, especialmente en los bordes, se usarán rastrillos manuales de metal y madera que deberán ser provistos por el Contratista.

Equipo de compactación. - El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halla en condiciones trabajables.

Los rodillos lisos de tres ruedas deberán tener un peso entre 10 y 12 toneladas, y los tandems entre 8 y 10 toneladas. Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y una presión de inflado convenientes para el espesor de la carpeta. Como mínimo, para carpetas de 5 cm. de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm².

Ensayos y Tolerancias. - Los determinados por el MOP en las especificaciones.

Procedimientos de trabajo.

Fórmula Maestra de Obra. - Antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas en el numeral 405-5.04, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales. La fórmula maestra establecerá: las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados; el porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de todos los agregados, inclusive el relleno mineral y aditivos para el asfalto si se los utilizare; la temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora, y la temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en sitio.

Dosificación y Mezclado. - Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar a la planta. La separación de las diferentes fracciones de los agregados será sometida por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador. Para el almacenaje y el desplazamiento de los agregados de estas tolvas al secador de la planta, deberá emplearse medios que eviten la segregación o degradación de las diferentes fracciones.

Distribución. - La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente. Esta distribución no se iniciará si no se dispone en la obra de todos los medios suficientes de transporte, distribución, compactación, etc., para lograr un trabajo eficiente y sin demoras que afecten a la obra. Además, el Fiscalizador rechazará todas las mezclas heterogéneas, sobrecalentadas o carbonizadas, todas las que tengan espuma o presenten indicios de humedad y todas aquellas en que la envoltura de los agregados con el asfalto no sea perfecta. Una vez transportada la mezcla asfáltica al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón asfáltico sobre la superficie seca y preparada. Para evitar el desperdicio de la mezcla debido a lluvias repentinas, el contratista deberá disponer de un equipo de comunicación confiable, entre la planta de preparación de la mezcla y el sitio de distribución en la vía. La colocación de la carpeta deberá realizarse siempre bajo una buena iluminación natural o artificial. La distribución que se efectúe con las terminadoras deberá guardar los requisitos de continuidad, uniformidad, ancho, espesor, textura, pendientes, etc., especificados en el contrato. El Fiscalizador determinará el espesor para la distribución de la mezcla, a fin de lograr el espesor compactado especificado. De todos modos, el máximo espesor de una capa será aquel que consiga un espesor compactado de 7.5 centímetros. El momento de la distribución se deberá medir los espesores a intervalos, a fin de efectuar de inmediato los ajustes necesarios para mantener el espesor requerido en toda la capa. Las juntas longitudinales de la capa superior de una carpeta deberán ubicarse en la unión de dos carriles de tránsito; en las

capas inferiores deberán ubicarse a unos 15 cm. de la unión de los carriles en forma alternada, a fin de formar un traslapo. Para formar las juntas transversales de construcción, se deberá recortar verticalmente todo el ancho y espesor de la capa que vaya a continuarse. En secciones irregulares pequeñas, en donde no sea posible utilizar la terminadora, podrá completarse la distribución manualmente, respetando los mismos requisitos anotados arriba.

Compactación: La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente. Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 C y se va sellando la superficie. Al utilizar compactadores vibratorios se tendrá en cuenta el ajuste de la frecuencia y la velocidad del rodillo, para que al menos se produzcan 30 impactos de vibración por cada metro de recorrido. Para ello se recomienda usar la frecuencia nominal máxima y ajustar la velocidad de compactación. Con respecto a la amplitud de la vibración, se deberá utilizar la recomendación del fabricante para el equipo en cuestión.

Con la compactación final se deberá mejorar estéticamente la superficie, eliminando las posibles marcas dejadas en la compactación intermedia. Deberá realizarse cuando la mezcla esté aún caliente empleando rodillos lisos metálicos estáticos o vibratorios (sin emplear vibración en este caso) A menos que se indique lo contrario, la compactación tiene que comenzar en los costados y proceder longitudinalmente paralelo a la línea central del camino, recubriendo cada recorrido la mitad del ancho de la compactadora, progresando gradualmente hacia el coronamiento del camino.

Cuando la compactación se realice en forma escalonada o cuando límite con una vía colocada anteriormente, la junta longitudinal tiene que ser primeramente compactada, siguiendo con el procedimiento normal de compactación. En curvas peraltadas, la compactación tiene que comenzar en el lado inferior y progresar hacia el lado superior, superponiendo recorridos longitudinales paralelos a la línea central. La capa de hormigón asfáltico compactada deberá presentar una textura lisa y uniforme, sin fisuras ni rugosidades, y estará construida de conformidad con los alineamientos, espesores, cotas y perfiles estipulados en el contrato. Mientras esté en proceso la compactación, no se permitirá ninguna circulación vehicular.

Sellado. - Si los documentos contractuales estipulan la colocación de una capa de sello sobre la carpeta terminada, ésta se colocará de acuerdo con los requerimientos correspondientes determinados en la subsección 405-6 y cuando el Fiscalizador lo autorice, que en ningún caso será antes de una semana de que la carpeta haya sido abierta al tránsito público.

Medición. - Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie

cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

Pago. - Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas establecidas en el numeral anterior, serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes. Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Carpeta asfáltica de 7.62 cm. de espesor Metro cuadrado (m2)

705-1.- SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (MARCAS PERMANENTES DEL PAVIMENTO)

Descripción. - Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador. Los detalles no contemplados en los planos se realizarán conforme al "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways" (MUTCD) (Manual de Mecanismos de Control de Tráfico en los Estados Unidos), U.S. Department of Transportation y Federal Highways and Transportation y Normas Panamericanas.

Materiales. - Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826. Además, los materiales cumplirán las siguientes especificaciones: Las micro esferas de vidrio: AASHTO M 247, Tipo 1 Las franjas de material termoplástico AASHTO M 249, Para moldeado del tipo en eyección caliente.

Las franjas de pavimento del tipo plástico puestas en frío, serán de uno de los siguientes materiales, de acuerdo con el requerimiento de espesor indicado y además los requisitos contractuales: - 1.5 mm. De polímero flexible retroreflectivo Las marcas que sobresalgan del pavimento serán de acuerdo al tipo y tamaños definidos en los planos y a los requisitos indicados en el contrato.

Procedimiento de Trabajo. Generales. - Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos. Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas. Las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm. Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm. Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos. Todas

las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

Marcas de Pinturas. - Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico.

Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados y como se indica en la numeral 705-3.01. Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km, respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m² de marcas. Las micro esferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg. Por cada lt. De pintura. Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura o micro esferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

Pago. - Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. De acuerdo al listado de rubros que se indican a continuación y que se presentan en el cronograma de trabajo. Tales precios y pagos serán la compensación total del trabajo descrito en esta sección.

Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Señalización horizontal Marcas de pavimento (Pintura) Metro Lineal (m).

708-5, 708-6 y 708-7

SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (SEÑALIZACIÓN VERTICAL INFORMATIVA, REGLAMENTARIA Y PREVENTIVA)

Descripción. - Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el Manual de Señalización del MOP y las instrucciones del Fiscalizador. Las placas o paneles para señales al lado de la carretera serán montados

en postes metálicos que cumplan las exigencias correspondientes a lo especificado en la Sección 830. Serán instaladas en las ubicaciones y con la orientación señalada en los planos.

Instalación de postes. - Los postes y astas se colocarán en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción, conforme se indique en los planos. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador. El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

El espacio anular alrededor de los postes se rellenará hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada capa humedecida y compactada a satisfacción del Fiscalizador, o con hormigón de cemento Portland, de acuerdo a las estipulaciones de los planos o a las especificaciones especiales. Los orificios para pernos, vástagos roscados o escudos de expansión se realizarán en el hormigón colado y fraguado, por métodos que no astillen el hormigón adyacente a los orificios. Si los postes son de acero, deberán estar de acuerdo a los requerimientos de la ASTM A 499, y si son galvanizados, estarán de acuerdo con la ASTM A 123. Si los postes son de aluminio, deberán estar de acuerdo con los requerimientos de la ASTM 322.

Instalación de placas para señales. - Las placas o tableros para señales se montarán en los postes, de acuerdo con los detalles que se muestren en los planos. Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista, a su cuenta, y a satisfacción del Fiscalizador; el tablero dañado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo, si el Fiscalizador así lo ordena.

Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario para su montaje en los postes, serán suministrados por el Contratista, excepto en las disposiciones especiales se dispone el suministro de los tableros por el Ministerio. Cuando se utilicen láminas reflectivas, el color especificado será conforme a los requerimientos aplicables a la AASHTO M 268 y se colocará en superficies exteriores lisas. Tendrá que ser visible a una distancia no menor de 100 m.

Medición. - Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera, serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas.

Pago. - Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocadas al lado de carreteras, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

- Señalización vertical a al lado de la carretera preventiva	Unidad
- Señalización vertical a al lado de la carretera informativa	Unidad
- Señalización vertical a al lado de la carretera reglamentaria	Unidad

ANEXO Nº 7. CONSERVACIÓN VIAL

6.112.8.6. FRESADO DE PAVIMENTO ASFALTICO

6.112.8.6.1. Descripción

Este trabajo consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante su fresado en frío, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones del fiscalizador.

6.112.8.6.2. Materiales

Este requisito no es aplicable a la presente especificación

6.112.8.6.3. Equipo

El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una máquina fresadora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo. Si durante el transcurso de los trabajos el Fiscalizador observa deficiencias o mal funcionamiento de la máquina, ordenará su inmediata reparación o reemplazo.

6.112.8.6.4. Procedimiento de trabajo

6.112.8.4 (1) Preparación de la superficie existente

Inmediatamente antes de las operaciones de fresado, la superficie de pavimento deberá encontrarse limpia y, por lo tanto, el constructor deberá adelantar las operaciones de barrido y/o soplado que se requieran para lograr tal condición.

6.112.7.6. (2) Fresado del Pavimento

El fresado se efectuará sobre el área que apruebe el fiscalizador, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente.

El material extraído deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto o que establezca el Fiscalizador y será de propiedad del Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

Durante el manipuleo del material fresado, deberá evitarse su contaminación con suelos u otros materiales extraños.

En proximidades de bocas de pozos y en otros sitios inaccesibles al equipo de fresado, el pavimento deberá removerse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada. El trabajo de fresado se podrá realizar en varias capas, alcanzar el espesor del proyecto, debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas.

En la eventualidad de que al término de una jornada de trabajo no se complete el fresado en toso lo ancho de la calzada, los bordes verticales, sentido longitudinal, cuya altura supere cinco centímetros (5 cm), deberán ser suavizados de manera que no implique peligro para el tránsito automotor. Igual precaución se tomará en los bordes trasversales que pueden al final de cada jornada.

Cualquiera que sea el método utilizado por el Constructor, los trabajos de fresado no deberán producir daños en objetos, estructuras y plantas que se encuentren cerca de la zona de acción de sus equipos y. por lo tanto, deberá tomar las precauciones que corresponda, siendo de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que en dichos elementos se ocasionen durante el desarrollo de los trabajos. Al efecto, el Fiscalizador estará facultado para exigir la modificación o incremento de todas las medidas de seguridad que se hayan adoptado inicialmente.

6.112.8.5.- Condiciones para recepción de trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Fiscalizador verificara el funcionamiento del equipo empleado y levantará los perfiles que considere necesarios.

- Se admitirá una tolerancia de las cuotas de la superficie resultante, respecto de las de proyecto, hasta de cinco milímetros (5 mm) en defecto o en exceso.
- El Fiscalizador se abstendrá de aceptar en el acopio todo material que resulte contaminado como resultado de un manipuleo incorrecto por parte del Constructor.

6.112.8.06.- Medición

La unidad de medida del pavimento asfáltico fresado será el metro cúbico (m³), aproximado al entero, de superficie fresada de acuerdo con las exigencias de esta especificación y las dimensiones y cotas señaladas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Fiscalizador.

El área tratada se determinará multiplicando la longitud fresada por el ancho tratado por el espesor fresado, el cual estará establecido en los planos del proyecto del Fiscalizador.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de limpieza previa que requiera la superficie, el fresado para alcanzar las cotas o espesores que indique el proyecto; cargue, transporte, descargue y acopio del material fresado en los sitios establecidos; la reparación a satisfacción de todos los elementos que hayan sido afectados por la ejecución de los trabajos; la señalización preventiva y el ordenamiento de tránsito público durante el lapso de ejecución de los trabajos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del fresado del pavimento asfáltico.

ANEXO Nº 8. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO
FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)
ITEM : 115 GV
RUBRO : FRESADO DE PAVIMENTO ASFALTICO e=4cm. INC. DESALOJO
UNIDAD : m2
ESPEC : 1

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL

				0.00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA		SUBTOTAL
FRESADORA	0.0029	83.00		0.24
VOQUETA 8 TON.	0.0059	25.00		0.15

				0.39
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ENGRASADOR ABASTECEDOR RESPON	D2	0.0029	3.55	0.01
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	0.0029	3.93	0.01
CHOFER VOLQUETA	C1	0.0059	5.15	0.03

				0.05
D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.44
COSTOS INDIRECTOS 18 %				0.08
PRECIO UNITARIO				0.52
OBSERVACIONES :				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO

FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)

ITEM : 24 V

RUBRO : MEZCLA ASFALTICA EN SITIO (SIN TRANS.) TENDIDO/COMP.

UNIDAD : m3

ESPEC : 8 - MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTADO EN SITIO

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
MEZCLA ASFALTICA	M3	1.20	100.00	120.00

				120.00

B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
CARGADORA FRONTAL 170 HP	0.05	35	1.75
VOLQUETA 8M3	0.2	25.00	5.00
TERMINADORA DE ASFALTO	0.05	100.00	5.00
RODILLO LISTO TANDEM	0.05	40.00	2.00
RODILLO NEUMATICO	0.05	45.00	2.25
HERRAMIENTA MENOR	0.05	0.30	0.02

			16.02

C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	0.10	3.93	0.39
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	0.15	3.74	0.56
ENGRASADOR ABASTECEDOR RESPON	D2	0.25	3.55	0.89
CHOFER TANQUERO	C1	0.20	5.15	1.03
PEON TANQUERO	E2	0.05	3.51	0.18
MAESTRO MAYOR EJECUCION OBRAS	C1	0.05	3.93	0.20

				3.24

D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL
MEZCLA ASFALTICA	M3	1.20	4.00	4.80

				4.80

COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D) 144.06

COSTOS INDIRECTOS 18 % 25.93

PRECIO UNITARIO 169.99

OBSERVACIONES : R = 0.01

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO

FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)

ITEM : 150 V

RUBRO : PINTURA DE TRAFICO a= 0.60 m

UNIDAD : m

ESPEC : 7

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
PINTURA DE TRAFICO	GL	0.03	13.82	0.41
THIÑER LACA	GL	0.015	4.46	0.07
BROCHA	U	0.004	2.80	0.01
MICROESFERAS	KG	0.084	2.10	0.18

				0.67

B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	0.12	0.30	0.04

			0.04

C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
AYUDANTE PINTOR	D2	0.12	3.55	0.43
PINTOR	D2	0.12	3.55	0.43
MAESTRO MAYOR EJECUCION OBRAS	C1	0.06	3.93	0.24

				1.09

D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL
PINTURA DE TRAFICO	GL	0.03	0.08	0.002
THILER LACA	GL	0.015	0.08	0.001
BROCHA	U	0.004	0.01	0.000
MICROESFERAS	KG	0.084	0.005	0.000

				0.00

COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)	1.80
COSTOS INDIRECTOS 18 %	0.32
PRECIO UNITARIO	2.12
OBSERVACIONES : R = 0.12	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO

FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)

ITEM : 134 V

RUBRO : IMPRIMACION ASFALTICA

UNIDAD : m2

ESPEC : 1.63 L/m2

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
ASFALTO RC -250	KG	1.63	0.39	0.64
DIESEL	GL	0.026	1.04	0.03

				0.66
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL	
ESCOBA AUTOPROPULSORA 80 HP	0.0007	20.00	0.01	
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	0.0007	45.00	0.03	

				0.05
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	0.0014	3.74	0.01
ENGRASADOR ABASTECEDOR RESPON	D2	0.0007	3.55	0.00
PEON	E2	0.0007	3.51	0.00

				0.01
D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL
ASFALTO RC - 250	KG	1.63	0.002	0.00
DIESEL	GL	0.026	0.08	0.00

				0.01
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.72
COSTOS INDIRECTOS 18 %				0.13
PRECIO UNITARIO				0.85
OBSERVACIONES :				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO

FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)

ITEM : 80 V

RUBRO : H. ASFALTICO DE 3" (CAPA DE RODADURA)

UNIDAD : m2

ESPEC : 6 - MEZCLADO EN PLANTA

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
ASFALTO AP -3	KG	9.72	0.42	4.08
MATERIAL TRITURADO 3/4 "	M3	0.0134	10.00	0.13
MATERIAL TRITURADO 1"	M3	0.0741	10.00	0.74
ARENA GRUESA	M3	0.02	8.00	0.12
DIESEL	KG	0.52	1.04	0.54

5.62

B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
PAVIMENTADORA DE ASFALTO	0.005	117.10	0.59
CARGADORA FRONTAL 170 HP	0.005	35.00	0.18
TERMINADORA DE ASFALTO	0.005	100.00	0.50
RODILLO LISO TANDEM	0.005	40.00	0.20
RODILLO NEUMATICO	0.005	45.00	0.23
VOLQUETA 8 M3	0.020	25.00	0.50
HERRAMIENTA MENOR	0.005	0.30	0.00

2.19

C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
MAESTRO MAYOR EJECUCION OBRAS	C1	0.005	3.93	0.02
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	0.005	3.93	0.02
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	0.020	3.74	0.07
ENGRASADOR ABASTECEDOR RESPON	D2	0.025	3.55	0.09
CHOFER TANQUERO	C1	0.020	5.15	0.10
PEON	E2	0.020	3.51	0.07

0.38

D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL
ASFALTO AP - 3	KG	6.48	0.01	0.06
MATERIAL TRITURADO 3/4 Y 3/8"	M3	0.0475	4.00	0.19
MATERIAL TRITURADO 1"	M3	0.0086	4.00	0.03
ARENA GRUESA	M3	0.0099	3.00	0.03
DIESEL	GL	0.29	0.08	0.02

0.34

COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)	8.53
COSTOS INDIRECTOS 18 %	1.53
PRECIO UNITARIO	10.06
OBSERVACIONES :	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO

FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)

ITEM : 140 V

RUBRO : AGUA PARA CONTROL DE POLVO

UNIDAD : m3

ESPEC : 12

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
AGUA	m3	0.03	0.50	0.02
				0.02
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA		SUBTOTAL
TANQUERO DE AGUA	0.2	30.00		6.00

				6.00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
PEON	E2	0.02	3.51	0.07
CHOFER TANQUE	C2	0.006	5.15	0.03

				0.10
D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				6.12
COSTOS INDIRECTOS 18 %				1.10
PRECIO UNITARIO				7.22
OBSERVACIONES :				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO

FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)

ITEM : 140 V

RUBRO : LIMPIEZA DE CUNETAS (MANUAL)

UNIDAD : M3

ESPEC : 10

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
				0.00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA		SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	1.067	0.30		0.32
				0.32
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
PEON	E2	0.016	3.51	0.06
ALBAÑIL	D2	0.533	3.55	1.89
MAESTRO MAYOR EJECUCION OBRAS	C1	0.160	3.93	0.63
				2.58
D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL
				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				2.90
COSTOS INDIRECTOS 18 %				0.52
PRECIO UNITARIO				3.42
OBSERVACIONES :				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO

FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)

ITEM : 48

RUBRO : TRANSPORTE DE MATERIAL

UNIDAD : m3 - KM

ESPEC : 11

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL

				0.00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA		SUBTOTAL
VOLQUETA DE 8 TON	0.0067	45.00		0.30

				0.30
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
PEON	C1	0.002	3.75	0.01
CHOFER VOLQUETA	C2	0.006	3.93	0.02

				0.03
D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.33
COSTOS INDIRECTOS 18 %				0.06
PRECIO UNITARIO				0.39
OBSERVACIONES :				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO
FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)
ITEM : 40
RUBRO : CHARLAS DE CONCIENTIZACION
UNIDAD : u
ESPEC :

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL

				50.00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA		SUBTOTAL
PROYECTOR Y EQUIPO DE VIDEO	1.00	50.00		50.00

				50.00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
INSPECTOR DE OBRA		3.57	80	285.60

				285.60
D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				385.60
COSTOS INDIRECTOS 18 %				69.41
PRECIO UNITARIO				455.01
OBSERVACIONES :				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO

FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)

ITEM : 41

RUBRO : LETRERO DE PROYECTO (1.20 X2.4 M)

UNIDAD : m2

ESPEC :

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
LETRERO DE PROYECTO (1.20 X2.4 M)	U	1	130	130

				130.00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA		SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	1.00	50.00		50.00

				50.00
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
PEON		0.002	80	0.16

				0.16
D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL

				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				180.16
COSTOS INDIRECTOS 18 %				32.43
PRECIO UNITARIO				212.59
OBSERVACIONES :				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

PROYECTO: MANTENIMIENTO MAYOR DE LA AVENIDA QUEVEDO

FECHA : BASE DE DATOS - MARZO 2018 (Municipio de Santo Domingo)

ITEM : 2 V

RUBRO : ACABADO DE LA OBRA BASICA EXISTENTE

UNIDAD : m2

ESPEC : 9

A. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
				0.00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS - EQUIPO	COSTO X HORA		SUBTOTAL
MOTONIVELADORA 125 HO	0.002	45.00		0.09
RODILLO VIBRATORIO 8 TON	0.002	45.00		0.09
TANUQUERO DE AGUA 600 LT	0.002	14		0.03
				0.21
C. MANO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	0.002	3.93	0.01
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	0.002	3.74	0.01
CHOFER VOLQUETA	C1	0.002	5.15	0.01
ENGRASADOR ABASTECEDOR RESPON	D2	0.004	3.55	0.01
				0.04
D. TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRASP.	SUBTOTAL
				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.25
COSTOS INDIRECTOS 18 %				0.04
PRECIO UNITARIO				0.29
OBSERVACIONES :				